

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU  
KATEDRA ATLETIKY

**Kineziologický náhled na hodnocení skoku dalekého**

(literární rešerše)

Kinesiology preview of evaluation of long jump

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce:  
odb. as. Aleš Kaplan

Zpracovala:  
Lucie Domská

PRAHA SRPEN 2016

## **ABSTRAKT**

**Název bakalářské práce:** Kineziologický náhled na hodnocení skoku dalekého

**Zpracovala:** Lucie Domská

**Vedoucí bakalářské práce:** odb. as. Aleš Kaplan

### **Cíle práce:**

Cílem bakalářské práce je prostudovat problematiku možností kineziologického hodnocení pro pochopení skoku dalekého v atletice za pomoci literární rešerše, a seznámení s možnostmi kompletního kineziologického hodnocení skoku dalekého.

### **Metodika práce:**

V této závěrečné práci se zabývám prostudováním možností kineziologického hodnocení skoku dalekého v atletice, pomocí literární rešerše vybrané odborné literatury, týkající se pohybové soustavy člověka, obecné kineziologie a speciální kineziologie segmentu dolní končetiny, charakteristiky a techniky běhu a skoku dalekého, dále i speciální kineziologie a biomechaniky týkající se této atletické disciplíny. Pomocí zkoumání vybrané problematiky z různých hledisek (obecná kineziologie, anatomie pohybového systému, biomechanika) jsem se snažila o pochopení speciální kineziologie skoku dalekého.

### **Výsledky práce:**

V této bakalářské práci jsem pomocí literární rešerše prostudovala 28 zdrojů české a 49 zdrojů zahraniční literatury, kdy bylo 37 v online podobě a 40 v knižní. Zjistila jsem, že kineziologické hodnocení skoku dalekého v atletice je velmi složité. Speciální kineziologií skoku dalekého se mnoho autorů nezabývá. Pro pochopení této problematiky je vhodné na ni nahlížet z hlediska obecné kineziologie, anatomie pohybového systému a biomechaniky skoku dalekého. Tyto hlediska dohromady vyústily v pochopení problematiky speciální kineziologie skoku dalekého. Názory různých autorů na techniku skoku nejsou výrazně odlišné.

**Klíčová slova:** atletika, atletická disciplína, skok daleký, pohyb, kineziologie, anatomie, biomechanika.

## **ABSTRACT**

**Title:** Kinesiology preview of evaluation of long jump

**Student:** Lucie Domská

**Supervisor:** odb. as. Aleš Kaplan

### **Aim:**

The aim of this bachelor thesis is to study the issue of possibilities of kinesiology evaluation for understanding long jump in track and field with the help of literature review and get to know the possibility of complete kinesiology evaluation of long jump.

### **Methodology:**

This thesis is focused on studying possibilities of kinesiology evaluation of long jump in track and field with the help of literature review of selected scientific literature concerning human motion system, general kinesiology, and special kinesiology of lower limbs, biomechanics, characteristics and technique of long jump and special kinesiology concerning this track and field event. Due to exploring chosen topic from various points of view (general kinesiology, anatomy of human motion system, biomechanics) I been trying to understand special kinesiology of long jump.

### **Results:**

In this bachelor thesis I have reviewed 28 sources of Czech and 49 sources of foreign literature listed in the reference list, so 37 of those sources were online and 40 were books. I found out that kinesiology evaluation of long jump in athletics is a very complex issue. There are very few authors, that focus on special kinesiology of long jump. For understanding chosen topic is appropriate to explore it from various points of view (general kinesiology, anatomy of human motion system, biomechanics of long jump) to understand special kinesiology of long jump. Opinions of various authors about a technique of long jump are not expressly diverse.

**Key words:** track and field, field event, long jump, human motion, kinesiology, anatomy, biomechanics.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila pouze uvedené literatury.

V Praze, 22. srpna 2016

Lucie Domská

---

Svoluji k zapůjčení své bakalářské práce ke studijním účelům. Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatelů, kteří musí pramen převzaté literatury řádně citovat.

-----  
Jméno, příjmení:

Adresa:

Datum vypůjčení:

Číslo občanského průkazu:  
-----

Mé vřelé poděkování patří PhDr. Aleši Kaplanovi, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnoval.

## Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Cíle a úkoly práce.....</b>	<b>11</b>
2.1. Stanovení výzkumných otázek.....	11
<b>3. Metodika práce.....</b>	<b>12</b>
<b>4. REŠERŠNÍ ČÁST .....</b>	<b>13</b>
4.1. Úvod do problematiky z hlediska obecné kineziologie.....	13
4.1.1. Úkol kineziologie.....	14
4.2. Úvod do problematiky z hlediska anatomie.....	15
4.2.1. Pohybový systém člověka .....	16
4.2.1.1. Svaly .....	17
4.2.1.2. Řízení pohybu .....	18
4.2.2. Přehled vybraných segmentů těla důležitých pro skok daleký.....	21
4.2.2.1. Dolní končetina.....	21
4.2.2.2. Klouby dolní končetiny .....	22
4.2.2.3. Svaly dolní končetiny .....	24
4.2.2.4. Břišní svaly .....	28
4.3. Úvod do problematiky z hlediska biomechaniky .....	30
4.3.1. Biomechanika a její cíle v kontextu sportu .....	30
4.3.2. Biomechanické pojmy v atletice .....	31
4.3.2.1. Pohyb .....	32
4.3.2.2. Poloha.....	32
4.3.2.3. Rychlost .....	33
4.3.2.4. Zrychlení.....	33
4.3.2.5. Síly.....	34
4.3.3. Biomechanika skoku dalekého .....	34
4.3.3.1. Biomechanika rozběhové fáze.....	37
4.3.3.2. Biomechanika odrazové fáze .....	37
4.3.4. Newtonovy zákony.....	39
4.4. Speciální kineziologie pohybu v atletice .....	41
4.4.1. Běh .....	42
4.4.2. Skok.....	45
4.5. Technika skoku dalekého .....	49
4.5.1. Fáze rozběhu .....	50
4.5.2. Fáze odrazová .....	51
4.5.3. Letová fáze a fáze doskoku .....	53
<b>5. ZÁVĚRY.....</b>	<b>56</b>
<b>6. Seznam použité literatury .....</b>	<b>59</b>
<b>PŘÍLOHOVÁ ČÁST.....</b>	<b>66</b>
SEZNAM PŘÍLOHOVÉ ČÁSTI.....	66

## **Seznam použitých zkratk**

m. – musculus, sval

mm. – musculi, svaly

EMG – electromyografie, zařízení na měření svalové aktivity

CNS – centrální nervový systém

MJ – motorická jednotka

CT – celkové těžiště



# 1. Úvod

Atletika baví lidské pokolení už od dob antického Řecka, kde soutěžili sportovci v rámci prvních antických olympijských her. Zahrnuty byly disciplíny, které připravovaly muže na válčení. Závodilo se například ve starověkém pentathlonu (pětiboji), kde se vyskytovala jediná skokanská disciplína: skok daleký. Nebyl to skok daleký, jak jej známe v dnešní podobě, nýbrž úplně jiná varianta, která měla napodobovat překonávání překážek (potoků nebo jam).

Atletika si i v nynější době udržuje svou popularitu. Sportování a zdravý životní styl se stává stále větším trendem a mezi svými příznivci si atletika najde uplatnění, ať už v podobě jednoduchého kondičního běhání, rekreačního sportování nebo v podobě vrcholového závodění. Atletiku řadíme mezi přední nejoblíbenější sporty u nás i ve světě. I dnešní podoba skoku dalekého se těší velké oblibě už u malých atletů. Jejich provedení se velmi liší od toho, jež vidáme u špičkových skokanů. Ale neliší se radost, kterou jim tato disciplína přináší. I pro mne, jako skokanku do dálky, je tato disciplína velikou vášní. Tréninku dálky je vlastní rychlost, výbušnost a síla. Technické provedení má samozřejmě mnoho podob, avšak mně je známé a blízké to sprinterské, které zastupuje především Carl Lewis, Marion Jonesová, Blessing Okagbareová a další. Všichni tito vynikající sprinteři dokázali uspět i mezi skokany specialisty. Spojení běhu a skoku je velmi obtížné a tak ne každý, kdo umí rychle běhat, jej svede. Skok daleký považuji, nejen já, za jednu z nejtěžších, ale zároveň nejkrásnějších disciplín atletiky. Její sledování je dozajista i velmi divácky atraktivní. Světový rekord Mikea Powella zhlédly již miliony lidí a stále nad ním žasnou. Rekordní skok z tokijského mistrovství světa 1991, který měří 895 cm, již dvacet pět let odolává.

V dnešní době hledáme pomocí vědeckých postupů nové způsoby analýzy pohybu, abychom trénink lépe zacílili a mohli tím dosáhnout lepších sportovních výkonů. K tomuto účelu skvěle poslouží vědní obor kineziologie, který se zabývá pohybem člověka. Ukazuje nám, jaké svaly se při pohybu zapojují, zprostředkovává propojení mezi řízením pohybu a zbývajícími složkami pohybového systému. Dnes opouští tradiční pojetí, které ji směřovalo pouze na oblast fyzioterapie a rehabilitace, a je stále více využívána pro sportovní a jiné účely. Tento dynamicky se rozvíjející obor má, podle mého názoru studentky tělesné

výchovy a sportu, skokanky do dálky a fyzioterapeutického nadšence, v tomto směru obrovský potenciál.

Propojení kineziologie, atletiky a samotná kineziologická analýza může poskytnout zcela nové informace dostatečně vzdělaným trenérům, kteří je následně budou schopni převést do praxe a lépe zacílit trénink svých svěřenců. Mohla by to být právě kineziologie, která svými metodami analýzy přispěje k nalezení nových východisek pro trénink, či techniku, která by mohla změnit osud světového rekordu nejen ve skoku dalekém.

Cílem této bakalářské práce byla literární rešerše problematiky speciální kineziologie v souvislosti s atletickou disciplínou skok daleký, a sice z hledisek obecné kineziologie, anatomie pohybového systému a biomechaniky skoku dalekého. Tyto tři hlediska, dle mého názoru, ucelují náhled na speciální kineziologii skoku dalekého.

## 2. Cíle a úkoly práce

V této bakalářské práci jsem si kladla za cíl prostudovat problematiku kineziologického hodnocení v souvislosti s atletickou disciplínou skok daleký (speciální kineziologie skoku dalekého), a sice za pomoci odborné zahraniční i tuzemské literatury a studií publikovaných v odborných článcích. Využila jsem metody literární rešerše relevantních zdrojů v oblastech obecné anatomie, lidského pohybového systému, obecné kineziologie, speciální kineziologie zaměřené na atletickou disciplínu skok daleký, dále charakteristiky, techniky a biomechaniky skoku dalekého v atletice.

### Úkoly práce

V rámci dosažení cíle této bakalářské práce jsem si určila tyto úkoly:

- Stanovení a formulování výzkumných otázek
- Výběr relevantní literatury jak české, tak i zahraniční
- Rozčlenění vybrané literatury podle témat, ke kterým se vztahují (obecná kineziologie, anatomie, biomechanika, speciální kineziologie, technika skoku dalekého)
- Důkladné prostudování této literatury

### 2.1. *Stanovení výzkumných otázek*

Jedním z úkolů této bakalářské práce bylo formulování výzkumných otázek, na něž jsem se při studiu vybrané odborné literatury snažila najít odpověď. Těmito otázkami jsou:

- 1) Jaké pojmy předkládají vybraní autoři v souvislosti s kineziologií?
- 2) Setkáváme se s kineziologickým hodnocením pohybu spíše v zahraniční nebo v české literatuře?
- 3) Vyskytuje se v literatuře pojem kineziologie přímo v souvislosti se skokem dalekým?
- 4) S jakými názory se setkáváme při kineziologickém hodnocení skoku dalekého?
- 5) Lze zaznamenat odlišné názory u autorů zabývajících se technikou skoku dalekého?

### **3. Metodika práce**

V této kapitole seznámím se svým pracovním postupem při vytváření této bakalářské práce. Dále konkrétněji popíši metody, kterých jsem přitom využívala.

#### **Pracovní postup**

Na začátku jsem postupně vybírala relevantní literaturu, již jsem sepsala. Jedná se o literaturu zahraniční i českou, která zahrnuje knihy, elektronické publikace i odborné články a studie. Nejprve jsem se zaměřila na pojem obecné kineziologie, který považuji za klíčový. Dále jsem se zabývala úvodem do problematiky z hlediska anatomie, kde jsem se zaměřila na pohybový systém, který bych označila jako aspekt kineziologie. V neposlední řadě jsem se věnovala biomechanice skoku dalekého. Pomocí náhledu na danou problematiku z hlediska obecné anatomie, obecné kineziologie a biomechaniky jsem se snažila objasnit speciální kineziologii atletické disciplíny skok daleký. Pokračovala jsem kategoriemi charakteristika a technika skoku dalekého.

#### **Metodika práce**

Bakalářská práce je založena na rozboru teoretických východisek a má charakter literární rešerše, jež se týká problematiky kineziologického hodnocení atletické disciplíny skok daleký. V práci jsem se postupně věnovala jednotlivým kategoriím, které jsem vytvořila pomocí zvolené literatury. Podklady pro teoretická východiska jsem čerpala z relevantních zdrojů, mezi které patřily knihy, odborné články a publikace. Ve větší míře jsem využívala i databází (SportDiscus, Google Scholar, PubMed aj.). Klíčovými slovy pro vyhledávání v cizojazyčných databázích byly pojmy: kinesiology, long jump, track and field, motion, biomechanics. Pro vyhledávání v češtině jsem volila klíčová slova: kineziologie, skok daleký, atletika, pohyb, biomechanika. Při svém studiu jsem získávala informace z knih dostupných ve studovně Ústřední tělovýchovné knihovny UK FTVS.

## 4. REŠERŠNÍ ČÁST

Pochopení kineziologie skoku dalekého je velmi obtížný a komplexní úkol. Ve snaze proniknout hlouběji do této problematiky jsem se potýkala s nedostatkem odborné literatury, jež by se zaměřovala na zvolené téma. Z dostupných zdrojů a pomocí rozboru dostupné odborné literatury jsem zjistila, že je nezbytné nahlížet na problematiku z hlediska anatomie, biomechaniky i obecné kineziologie. Soulad těchto náhledů vyústí v porozumění speciální kineziologie atletické disciplíny skok daleký.

V následující kapitole se zabývám úvody do problematiky z hlediska obecné kineziologie, dále z hlediska anatomie, kde se zaměřuji na pohybový systém a segmenty těla, jež jsou důležité pro skok daleký v atletice, a zároveň z hlediska biomechaniky, kde se zabývám biomechanickými pojmy v atletice, biomechanikou vybrané atletické disciplíny a Newtonovými pohybovými zákony. Zmíněné úvody do problematiky z vybraných hledisek umožňují pochopení speciální kineziologie pohybu vztahující se k atletice (konkrétně běhu a skoku dalekému). Jednotlivé úvody do problematiky jsou rozděleny v samostatných podkapitolách. V další podkapitole ještě krátce objasňuji techniku skoku dalekého.

### **4.1.      *Úvod do problematiky z hlediska obecné kineziologie***

Lánik (1990), Hoffman (2009) a Neumann (2010) definují kineziologii jako vědu soustředící se na pohyb člověka. Lánik (1990) dodává, že kineziologie dává podklady pro analýzu, popis a hodnocení jednotlivých způsobů pohybu, a sice ve zdraví, při vrozených a získaných anomáliích, při chorobě i po úrazech. Neumann (2010) se, podobně jako Lánik (1990), také zaměřuje na pohyby jak za ideálních podmínek, tak i ty ovlivněné traumatem, nemocí nebo nepoužíváním.

Autorky Bernaciková, Kalichová a Beránková (2010) a Hamiltonová, Weimarová a Luttgensová (2012) definici Lánika (1990) zpřesňují a vymezují původ kineziologie. Základy, podle těchto tří autorek, najdeme ve třech odvětvích: mechanika, anatomie a fyziologie. Konkrétněji se opírá o poznatky biomechaniky, muskuloskeletální anatomie a nervosvalové fyziologie. Tyto obory formují východiska pro vědu o lidském pohybu. Jediným přínosem kineziologie je, že třídí relevantní informace o lidském pohybu získané z mnoha vědních oborů a systematizuje jejich využití.

Bernaciková, Kalichová a Beránková (2010) uvádí přímo termín sportovní kineziologie, která si podle nich všímá toho, které konkrétní svaly jsou zapojovány při pohybech jednotlivých sportů.

Pokud v definici zaznělo, že kineziologie je nauka o pohybu, měli bychom si ujasnit, co to znamená samotný pojem pohyb. Měkota (1983) říká o lidském pohybu, že má zpravidla svoji příčinu v samotném lidském organismu, je vyvolán činností svalů. Takový pohyb nazýváme aktivním pohybem. Jsou-li pohyblivé části těla dislokovány, případně celé tělo přemísťováno zevní silou, mluvíme o pohybu pasívním. V tělesné výchově využíváme především aktivní pohyby, pasivní pohyby se často používají v rehabilitaci při pohybové terapii.

Véle (1997) a Dylevský (2007) považují pohyb za základní projev života živých bytostí. Véle (1997) jej bere v úvahu jako aktivní proces, na rozdíl od Měkoty (1983), který uvažuje i pohyb pasivní. Pohyb probíhá podle fyzikálních zákonů a je řízen záměrem sledujícím určitý cíl, který si bytost sama určuje nebo podle něj instinktivně jedná. Pohybový záměr vychází z potřeb živého organismu a slouží k udržení jeho integrity.

#### **4.1.1. Úkol kineziologie**

Úkolem kineziologie je studovat pohyb člověka a určovat, kdy je normální (fyziologický) a jestli, případně v jaké míře, se odchyluje od normy. Tato věda nám dále umožňuje získávat, popisovat, analyzovat a vyhodnocovat pohybové poruchy, říká Lánik (1990).

Hamiltonová, Weimarová a Luttgensová (2012) nahlíží na úkoly kineziologie odlišně. Studujeme ji, abychom zlepšili výkon pomocí znalosti analýzy pohybů lidského těla a pochopili základní smysly těchto pohybů. To je jeden z důvodů, proč by měla být kineziologie zakotvena jako nepostradatelný bod v učebním sylabu studentů tělesné výchovy anebo sportovní medicíny. Hamiltonová, Weimarová a Luttgensová (2012) nezahrnují příliš zdravotní aspekt, na rozdíl od Lánika (1990).

Podobně jako Hamiltonová, Weimarová a Luttgensová (2012) vidí účel kineziologie kolektiv autorek, Bernaciková, Kalichová a Beránková (2010), které tvrdí, že znalost zapojených svalů při pohybu nám pomůže se na používané svaly blíže zaměřit a konkrétněji stanovit trénink, tak abychom přesně dosáhli kýženého cíle ve sportovním

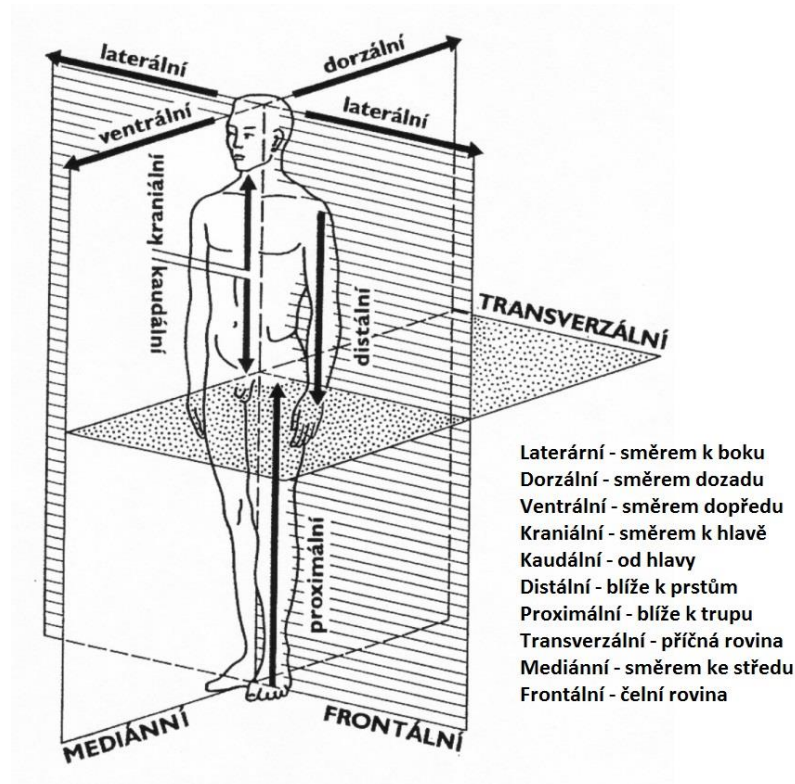
výkonu. Díky analýze také můžeme zjistit, jaké svaly jsou nejvíce zatíženy, a tudíž na které bychom se měli primárně zaměřit při nezbytné kompenzaci.

Kineziologie odborníkům z oblasti tělesné výchovy odhaluje mimo jiné tři účely: umožňuje jim pomáhat svým klientům, aby prováděli pohyb s maximální bezpečností, správností a účinností. Bezpečnost trenéry a jiné odborníky z oboru tělesná výchova a sport stále více znepokojuje. Je zcela nezbytná pro vytváření pohybových struktur, které zabraňují zranění. Zároveň se stanovují cíle na provedení daných pohybů správně. Pomocí úspěchu anebo neúspěchu při plnění těchto postupných cílů můžeme zhodnotit, zda-li jsme pohyb provedli správně. Specialisté v tělesné výchově usilují o předvedení pohybu maximálně účinného (nebo též efektivního), aby na něj klient vynaložil co nejméně úsilí (Hamiltonová, Weimarová a Luttgensová, 2012).

## **4.2. Úvod do problematiky z hlediska anatomie**

V této kapitole se z části zabývám popisem obecné anatomie, kterou považuji za východisko pro pochopení samotné kineziologie. V rámci podkapitoly Pohybový systém se zaměřuji na některé jeho aktivní složky a řízení pohybu. V dalších podkapitolách uvádím přehled vybraných segmentů těla důležitých pro skok daleký. Tento výběr jsem učinila na základě studia vybrané odborné literatury (například autoři Weineck (2008), Dixon, Nwabude, Lujares, Ekhtor a Rodriguezová, [online]), dále na základě konzultace s trenéry skoku dalekého a v neposlední řadě díky své vlastní dlouholeté zkušenosti jako skokanky do dálky.

Pro orientaci a ilustraci směrů a rovin na lidském těle nejen v oblasti anatomie, je na následující straně uveden Obrázek 1. Jsou zde znázorněny jednotlivé roviny: frontální, transversální a sagitální (na obrázku mediální). Dále jsou uvedeny i základní směry, jenž mohou pomoci při orientaci v pohybech kloubů a u svalů.



Obrázek 1: Roviny a směry lidského těla (ELUC, [online])

#### 4.2.1. Pohybový systém člověka

Pokud se kineziologie zabývá pohybem, měli bychom si ujasnit, kdo jej vykonává. Člověka uvádí do pohybu hybný systém.

V odborné literatuře se pohybový systém popisuje například jako soubor prvků a podsystémů, které se uplatňují při zabezpečování aktivního pohybu organismu v daném okolním prostředí, či pohybu tohoto prostředí (Pohybový systém, jeho struktura a chování, [online]). Úkolem hybného systému je zajišťovat nejen pohyb celého těla a jednotlivých segmentů, ale i oporu těla, tvrdí Trojan (2005). Také podle Trojana (2005) náleží hybnému systému složky aktivní a pasivní. Kosterní svaly, které jsou zdrojem síly, udržují polohu a umožňují pohyb těla, řadí do aktivní složky, kosti a jejich vzájemná spojení (nejčastěji klouby), jež tvoří oporu těla, zajišťují přenos síly na principu páky a umožňují vzájemný pohyb částí těla, podle něj tvoří složku pasivní. Véle (2006) a autorky Bernaciková, Kalichová a Beránková (2010) se v podstatě v organizaci pohybového systému shodují a k členění podle Trojana (2005) přidávají složky logistickou, která nastavuje a udržuje podmínky pro činnost vnitřního prostředí pomocí metabolismu, tvoří ji cévy; a složku řídicí, jež reprezentuje centrální a periferní nervový systém, zajišťuje řízení a adaptaci pohybových programů podle měnících se podmínek.



Výstupem pohybového systému je myoskeletální aparát, kosti a svaly. Termín myoskeletální podle Véleho (2006) opomíjí ve svém názvu řídicí a logistickou složku. Myoskeletální aparát se podílí svými receptory v kloubních pouzdrech, vazech, šlachách, fasciích a svaích na vzniku zpětnovazebních informací pro řízení pohybu. Bez účasti CNS není účelný pohyb možný, a proto je nutno respektovat CNS stejně jako svaly, kosti a zbývající složky pohybového systému.

Pro účely této práce jsem se v dalších částech zaměřila hlavně na složku svalovou a řídicí.

#### **4.2.1.1. Svaly**

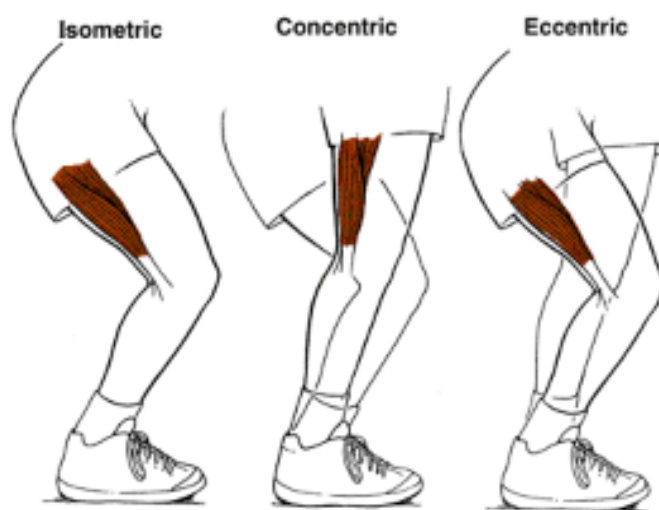
Svaly, aktivní složka pohybu, jak tvrdí Trojan (2005), Véle (2006) a Bernaciková, Kalichová a Beránková (2010), se nezastupitelnou měrou podílejí na veškerém aktivním pohybu lidského těla, tím pádem i na všech fázích skoku dalekého.

Existuje několik druhů svalových kontrakcí. Kontrakcí rozumíme, podle Dylevského a Ježka ([online]) stav, kdy určité množství svalových vláken vyvíjí napětí a na úponové šlase se projevuje síla generující pohyb. Autorky Bernaciková, Kalichová a Beránková (2010) klasifikují kontrakce izometrickou, při které se nevykonává pohyb a nedochází ke změně délky svalu, nýbrž se mění jeho napětí, a dynamickou kontrakci. Svalová kontrakce dynamická je charakteristická měnící se vzdáleností začátků a úponů svalů. Napětí svalu je během svalové činnosti přibližně stejné nebo se výrazně mění, tvrdí Bernaciková, Kalichová a Beránková (2010). Podle změny délky svalu rozeznáváme koncentrickou a excentrickou kontrakci.

Prvně jmenovaná kontrakce, koncentrická, spočívá v tom, že účinek svalové síly převažuje nad silou gravitační, jak tvrdí Lánik (1990). Vzniká koncentrický pohyb ve směru svalové síly s rychlostí úměrnou převaze svalového účinku. Bernaciková, Kalichová a Beránková (2010) uvádějí, že koncentrická kontrakce vyvolává zrychlení pohybu neboli akceleraci. Svaly se při této kontrakci zkracují. Kosterní svaly se mohou zkrátit o 30 až 50 % jejich klidové délky, výjimečně až o 70 %, jak míní Hamill a Knutzenová (2009).

Při excentrické kontrakci se svaly prodlužují, protahují a svalové úpony se při tomto typu kontrakce vzdalují (Dylevský, Ježek, [online]). Jelikož kosterní sval není schopen se sám od sebe protáhnout, musíme hledat příčinu protažení jinde. V případě excentrické kontrakce se vždy přičiňuje sval, který působí jako antagonist, nebo nějaká vnější síla.

Výsledkem je převážně brzdivý pohyb a dochází tedy k deceleraci, zpomalení pohybu, míní Bernaciková, Kalichová a Beránková (2010) a Dylevský s Ježkem ([online]).



**Obrázek 2: Znázornění typů svalových kontrakcí (Upraveno podle Power Athlete [online], 2014)**

Obrázek 2 znázorňuje, jak svaly pracují při izometrické, koncentrické a excentrické kontrakci. V prvním případě udržují svaly zadní skupiny stehna stehno ve flexi. Při koncentrické reakci se zadní skupina stehenních svalů zkrátí, aby se stehno extenzí natáhlo. Při posledním typu svalové kontrakce se zadní skupina svalů stehna protáhne a tím stehenní sval flektuje.

V jednotlivých fázích skoku se svaly mohou zapojovat buď excentricky, nebo koncentricky. Jaké svaly se ve skoku zapojují, naleznete v Přehledu vybraných segmentů těla důležitých pro skok daleký. Fáze, ve kterých se tyto svaly zapojují, uvádí kapitola Speciální kineziologie atletiky.

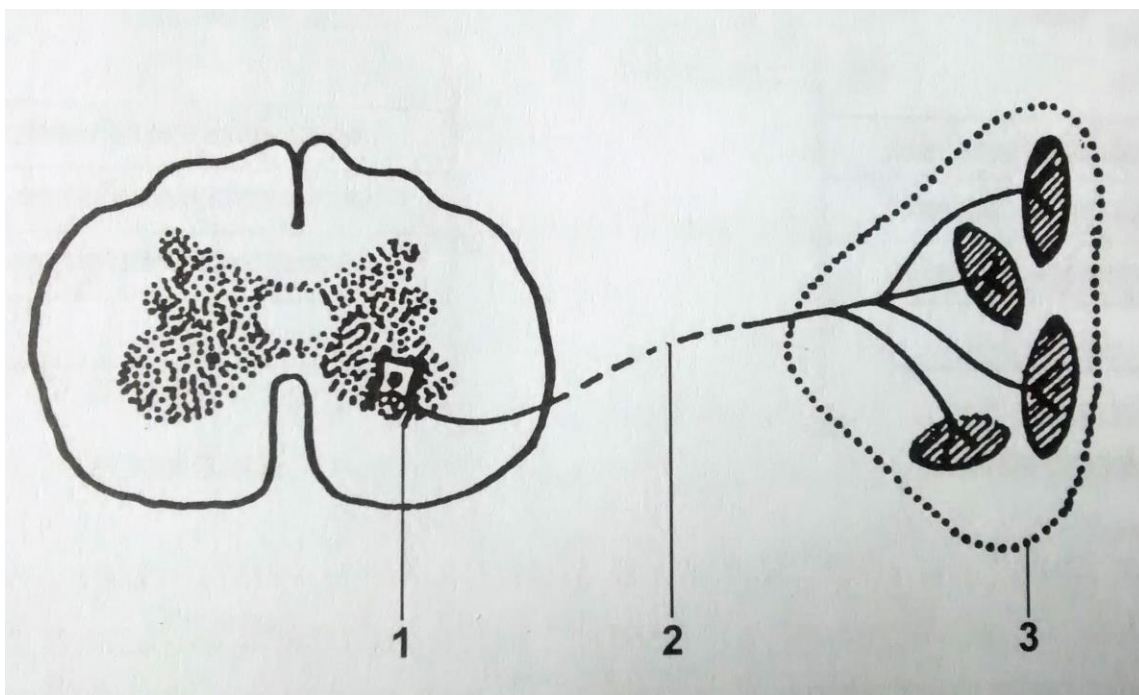
#### **4.2.1.2. Řízení pohybu**

Podle Bernacikové, Kalichové a Beránkové (2010) je pohybový projev člověka velmi organizovaná činnost, která zajišťuje vzpřímenou polohu těla a umožňuje pohyb. Pohyby, které vnějškově reprezentují repertoár našeho chování, jsou realizovány na základě pohybových vzorců. Tyto vzorce vycházejí z motorických center a jsou určeny pro kosterní svaly. Na řízení motoriky, což lze podle Véleho (2006) popsat jako účelové organizování aktivity pohybové soustavy k dosažení zamyšleného cíle, se prakticky podílejí všechny oddíly CNS. Nýbrž Dylevský s Ježkem ([online]) dodávají, že kosterní

svalstvo je ovládáno somatickou složkou nervové soustavy (mozek, mícha a z nich vycházející mozkové a míšní nervy).

Podstata přenosu informací pracuje na principu přenosu série nervových vzruchů, nesoucí určitý kód, který se v CNS dekoduje do myšlenkové představy o průběhu pohybu, stavu pohybového aparátu i o současném stavu vnitřního i vnějšího prostředí, jak míní Véle (2006). Obsah informace není materiální povahy, protože představuje vztahy nebo časové posloupnosti strukturálních elementů, a díky tomu by (podle Aristotela) neměla patřit do fyziky, ale naopak do metafyziky, čemuž kontruje fakt, že přenos a uchování informací má fyzikální základ v nervové buňce, která je strukturálním médiem umožňujícím šíření a uchovávání informace v CNS.

Trojan (1982) tvrdí, že vzruch jednoho nervového vlákna neuvádějí v činnost jedno svalové vlákno, ale vždy současně několik svalových vláken. Míšní nebo kmenové motoneurony a jimi ovládaná vlákna svalů tvoří motorickou jednotku (MJ). MJ označujeme jako periferní část motorického systému. Trojan (2005) ji označuje za nejmenší část hybného systému, kterou lze samostatně aktivovat, a Véle (2006) za základní funkční a strukturální prvek motoriky. Motoneuron ovládá vždy různý počet kontraktilních vláken svalu. Dle počtu těchto vláken je určována velikost MJ: malé MJ s desítkami svalových vláken jsou v malých svalech, jež vyvíjejí malou nebo odstupňovanou sílu a naopak velké MJ disponují více než tisícem svalových vláken a tudíž vyvíjejí větší sílu, která ale nemůže být jemně odstupňovaná.



**Obrázek 3: Schéma motorické jednotky 1 - buňky předních rohů míšních, 2 - motorický neuron, 3 - motorická jednotka (Trojan, 2005)**

Na Obrázku 3 vidíme kromě vlastní MJ i přední míšní rohy, jejichž šedá hmota předních rohů obsahuje kromě motoneuronů i interneurony, které jsou součástí řady reflexních oblouků tvořících zásobu pohybových a postojových programů. Dále je zde popsán motorický neuron, který přímo inervuje kosterní sval.

Dylevský s Ježkem ([online]) jmenují další části motorického systému. Patří mezi ně motorická centra mozkového kmene (vestibulární jádra, motorická jádra hlavových nervů, černé a rudé jádro středního mozku a jádra prodloužené míchy). Tato centra zajišťují kontrolu opěrné motoriky, koordinaci opěrné a cílené motoriky a regulaci svalového napětí. Vývojově starší části mozečku řídí opěrnou motoriku (stoj, rovnováha těla) a koordinují opěrnou a cílenou motoriku. Vývojově mladší partie mozečku řídí i cílené (naučené) pohyby. Bazální ganglia se svými spoji zabezpečují vypracování pohybových programů (vzorci pro řízení směru, rychlosti a síly pohybu). V neposlední řadě se do motorického systému řadí primární, premotorická a doplňková motorická kůra. Hlavní funkcí této kůry je programování a plánování cílených pohybů a řízení jemných pohybů. Mozeček, bazální ganglia a motorickou kůru mezi sebou vzájemně propojují motorická centra talamu. Smyslem tohoto spojení je koordinace vnímání (senzitivity) a pohybové aktivity (motoriky).

Véle (2006) a Bernaciková, Kalichová a Beránková (2010) zdůrazňují význam zpětnovazebných informací pro řízení lidského pohybu, jejichž zdrojem jsou proprioceptivní receptory ve svazech, šlachách, kloubech a vestibulárním aparátu, ale i receptory kožní, zrakové a sluchové. Informace z receptorů se porovnávají v CNS s vyslanými příkazy. Při zjištění odchylky mezi myšleným pohybem, jeho provedením a vyhodnocením rozdílu mozečkem je nutno provést ještě v průběhu pohybu korekci, aby se dosáhlo cíle, jak upřesňuje Véle (2006). Vědomí je zaměřeno na cíl pohybu, nikoli na jeho průběh, ale přesto je pohyb automaticky průběžně kontrolován. Čím je pohyb pomalejší, tím se uskuteční více korekčních cyklů a pohyb se stává přesnějším. Velmi rychlé pohyby nelze korigovat vůbec, protože rychlost šíření vzruchů po nervovém vlákně je pomalá (5 – 100 m/s) a vzniká zpoždění na synaptických převodech řídicího nervového aparátu. Aby spolehlivost přenosu senzorických informací byla zachována, je zajišťována více cestami. Díky tomu počet senzitivních zpětnovazebných drah mnohokrát převyšuje počet příkazových motorických drah, což zdůrazňuje významnost senzorické informace na průběh pohybu.

#### ***4.2.2. Přehled vybraných segmentů těla důležitých pro skok daleký***

Jedním z nejdůležitějších faktorů vedoucích k pochopení kineziologie skoku dalekého v atletice je znalost svalů a pohybů, které vykonávají. Při skoku dalekém hrají roli svaly dolních a horních končetin a trupu (převážně břišní svalstvo). V této podkapitole se budu detailně věnovat právě svalům dolních končetin a pánve, jež jsou v kontextu skoku do dálky nejvíce diskutovány, a břišním svalům, které se také bezvýhradně podílejí na výkonu v této atletické disciplíně.

##### ***4.2.2.1. Dolní končetina***

Dolní končetina je orgánem opory a lokomoce vzpřímeného těla, což dává za následek, že oproti horní končetině, která přestala sloužit k pohybu těla, má robustnější kostru, mohutnější svalové skupiny a omezenou pohyblivost jednotlivých kloubů, jak zmiňují Fleischmann a Linc (1987), Linc s Doubkovou (1998) a Dylevský (2009). Dylevský (2009) dále dává do kontextu vývojové hledisko, vzpřimování těla a bipedální typ chůze, což znamenalo především postupnou vertikalizaci páteře za vzniku osového systému a přesun těžiště těla do roviny kyčelních kloubů (zhruba do oblasti druhého křížového obratle).

K přenosu sil a tlaků vertikalizovaného trupu na pohybující se dolní končetiny, podle Dylevského (2009), dochází v pánvi, která představuje nejen kaudální zakončení páteře, ale je i oporou pro dolní končetiny. Rozhodující pohyb pánve se odehrává v kyčelních kloubech, odkud je přenášén na bederní páteř. Proto se při pohybu v kyčelních kloubech aktivují i četné skupiny zádových svalů. Tento vztah je analogický i v opačném případě. To znamená, že i pohyb páteře má odezvu v kyčelních kloubech. Pro vzpřímenou polohu lidského těla je zásadním statickým problémem postavení pánve, a sice pánevní sklon, který je velmi důležitý během běžecké lokomoce a zároveň je i čteně diskutován v souvislosti se skokem dalekým. Pánev tvoří s páteří z kineziologického hlediska funkční jednotku, jak tvrdí Dylevský (2009). A z tohoto důvodu bývá velmi často přiřazována k páteři, ale z didaktických důvodů je vhodnější považovat pánev za mezičlánek (pletenec) a přiřazovat ji k dolní končetině, s čímž souhlasí i Fleischmann s Lincem (1987) a Doskočil (1995).

Lidská noha, jež měla původně uchopovací funkci, se během vývoje adaptovala především na bipedální stoj a chůzi a tím se stala méně pohyblivou. Zajišťuje dvě funkce: nosnou (nese váhu celého těla) a provádí pohyby nutné k lokomoci, např. k chůzi, kde funguje jako pružný přenosový článek, kterým je propulzní síla bérce expandována na podložku. Aby byla noha schopna zabezpečit obě funkce, jsou na kladeny nároky na její sílu i pružnost. Pružnost chůze i stoje je zajištěna především příčným a podélným klenutím nohy, jak tvrdí Calais-Germainová (2007) a Dylevský (2009).

#### **4.2.2.2. Klouby dolní končetiny**

Ke kloubním spojením dolní končetiny patří spoje pletence dolní končetiny, jednak spoje volné končetiny, jak píše Fleischmann & Linc (1987), dále Linc a Doubková (1998, 2012), Doskočil (1995) i Čihák (2001). Kosti pánevní (která vzniká srůstem kosti kyčelní, sedací a stydké), kost křížová a kostrční jsou spojeny v pánev, již Fleischmann s Lincem (1987) a Dylevským (2009) označují jako pletenec samotný. Mezi klouby pletence autoři Fleischmann & Linc (1987), Linc a Doubková (1998, 2012), Doskočil (1995) a Čihák (2001) řadí:

- Symfýzu, sponu stydkou, jež spojuje pravou a levou polovinu pánve vpředu. Je tvořena asi 4 až 5 centimetrů vysokou vazivovou chrupavkou.

- Spojení křížokyčelní, které spojuje kosti pánevní a kost křížovou. Je to kloub s minimální pohyblivostí, jsou zde možné malé předozadní kývavé pohyby kolem horizontální osy frontální, myšlené ve výši druhého křížového obratle. Ač jsou tyto pohyby malého rozsahu, mají značný význam pro správné postavení pánve vůči páteři a pro správný sklon pánve.

Další klouby zařadili autoři Linc a Doubková (1998, 2012), Doskočil (1995) a Čihák (2001) do kategorie kloubních spojení volné dolní končetiny. Jsou to:

- Kyčelní kloub, kloub kulovitý omezený, jednoduchý, ve kterém artikuluje kost pánevní a kost stehenní. Tento kloub není z funkčního hlediska jen zařízením pro pohyb dolní končetiny vůči pánvi. Oba kyčelní klouby nesou trup a balančními pohyby přispívají k udržení rovnováhy trupu. Vlastní pohyby kyčelního kloubu jsou otáčivé pohyby hlavice v jamce. Ze základního postavení, které je zaujímano při vzpřímeném postoji, jsou možné tyto pohyby:

- Flexe (přibližně do  $120^\circ$ ), může se zvětšit za současné abdukce.
- Extenze do  $13^\circ$ .
- Abdukce (do  $40^\circ$ ), ještě větší je za současné flexe.
- Addukce ze základního postavení, tedy hyperaddukce, do  $10^\circ$ .
- Rotace (zevní rotace do  $15^\circ$ , vnitřní rotace do  $35^\circ$ ).

Abdukce s addukcí a rotace oběma směry se významně zvětší při současné flexi.

- Kolenní kloub je složený, neboť se v něm stýkají kost stehenní, holenní, česka a mezi styčné plochy kosti stehenní a holenní jsou vloženy kloubní menisky. Označujeme jej jako největší a nejsložitější kloub v lidském těle. Základní postavení kolenního kloubu je plná extenze. Při extenzi jsou napjaty postranní vazy a všechny vazivové útvary na zadní straně kloubu; kost stehenní, menisky a kost holenní pevně vzájemně naléhají. Tento stav se podle Čiháka (2001) nazývá „uzamknuté koleno“. Základní pohyb je flexe a zpětná extenze. Počáteční rotace, při níž se kost holenní točí dovnitř, je spojena s flexí v prvních  $5^\circ$  pohybu. Počáteční rotací se uvolní přední zkřížený vaz a tímto pohybem se koleno „odemkne“.

- Rozsah flexe je  $130$  až  $160^\circ$ , přičemž aktivně ji lze provést maximálně do  $140^\circ$ . Při dosažení tohoto úhlu na sebe nalehnou svalové hmoty stehna a

lýtka a pohyb nemůže aktivně pokračovat; zbývajících 20° flexe lze provést pasivně, například při dřepu, kdy hmotnost těla stlačí svalové hmoty.

- Extenze může po dosažení základního postavení a „uzamknutí“ kolene pokračovat asi o 5° do tzv. hyperextenze.
- Samostatná rotace vnitřní (5 až 10°) může být provedena jen za současné flexe, kdy je kloub „odemknutý“.
- Samostatnou rotaci vnější (30 až 50°) lze taktéž provést pouze za současné flexe a v momentě, kdy je kloub „odemknutý“.

- Klouby nohy, ze kterých (díky jeho spojitosti se skokem dalekým) zmíním kloub hlezenní. Je to složený kloub, v němž se stýká kost holenní a lýtková s hlezenní. Tvarem připomíná kladkový kloub. Základní postavení zaujímá při normálním stoji; z něho jsou možné tyto pohyby:
  - Plantární flexe do 30 až 35°
  - Dorzální flexe do 20 až 25°Celkový rozsah flexe a extenze je tedy 50 až 60°.

#### **4.2.2.3. Svaly dolní končetiny**

Fleischmann & Linc (1987), Linc a Doubková (1998), Doskočil (1995) i Čihák (2001) klasifikují svaly dolní končetiny podle uložení do čtyř skupin:

- Pohyby v kloubu kyčelním ovládá svalstvo kyčelní, které většinou začíná na kosti pánevní.
- Kost stehenní je obalena svalstvem stehenním, které začínají jednak na kosti pánevní, jednak přímo na kosti stehenní a upíná se buď na ní nebo na kosti bérce. Podle toho ovládá pohyby buď v kloubu kolenním, nebo působí při pohybech v kloubu kyčelním.
- Svalstvo bérce je uloženo na bérce, kde většinou začíná, a končí na kostře vlastní nohy, jejíž pohyby ovládá.
- Na kostře nohy je rozloženo svalstvo nohy, které působí na pohyby prstů a svým tonem pomáhá udržovat klenbu nožní.



## Svaly kyčelního kloubu

Řadíme mezi ně svalstvo působící pohyb převážně v kloubu kyčelním. Fleischmann s Lincem (1987), Linc a Doubková (1998, 2012), Doskočil (1995), Čihák (2001) i Elišková s Naňkou (2006) tyto svaly rozdělují na přední a zadní skupinu respektive na svaly na přední a zadní straně kyčelního kloubu. Přičemž Dylevský (2009) svaly přední skupiny označuje také jako vnitřní kyčelní svaly a skupinu svalů na zadní straně kyčelního svalu, označuje jako vnější svaly kyčelního kloubu.

### A. Přední skupina

Skupinu svalů na přední straně stehna reprezentuje mohutný musculus iliopsoas, sval bedrokyčelní, se svými dvěma složkami: m. psoas major, což je velký bederní sval, a m. iliacus, sval kyčelní.

- M. psoas je velký bederní sval, který běží jako protáhlý sval vřetenovitého tvaru podél bederní páteře a podél vchodu do malé pánve.
  - Začátek svalu: těla a boční strany výběžků obratlů a meziobratlové ploténky dvanáctého hrudního až čtvrtého a pátého bederního obratle.
  - Úpon svalu: silnou šlachou se upíná na malý chocholík kosti stehenní
  - Funkce svalu: Provádí flexi bederní páteře, zvětšuje bederní lordózu a účastní se flexe, zevní rotace a addukce stehna. Jednostrannou kontrakcí vyvolá rotaci trupu na opačnou stranu. Je typickým svaem nejen chůze, ale i běhu, kde se významně podílí na vykročení. Sval je trvale zatížen ve stoji i vsedě, proto má tendence ke zkracování, což vyvolává zvětšení bederní lordózy, bolesti v bederní oblasti a zkrácení kroku.
- M. iliacus je sval kyčelní, který je charakteristický svým plochým tvarem a polohou na vnitřním povrchu kyčelní kosti.
  - Začátek svalu: Začíná z vnitřní plochy kyčelní kosti, jámy kyčelní.
  - Úpon svalu: Snopce se sbíhají pod tříselný vaz a upínají se (společně s m. psoas) na malý chocholík kosti stehenní.
  - Funkce svalu: Provádí předklon pánve, flexi a addukci stehna. Jednostrannou kontrakcí navozuje rotaci pánve na opačnou stranu.

Musculus iliopsoas se uplatňuje jako funkční celek, který podstatným způsobem ovlivňuje především vztah pánve a bederní páteře. Oboustranná aktivita svalů celého komplexu balancuje trup ve stoji a vsedě. (Doskočil 1995, Čihák 2001, Linc a Doubková 2012, Dylevský 2009)

## **B. Zadní skupina**

Zevní skupina svalů kyčelního kloubu je početnější a je uložena na vnější straně pánve ve třech vrstvách: povrchové, střední a hluboké. A začínají na vnější straně lopaty kosti kyčelní. (Čihák 2001, Dylevský 2009)

- M. gluteus maximus je nejmohutnější hýžd'ový sval čtyřúhelníkového tvaru.
  - Začátek svalu: Má široký počátek na zevní ploše lopaty kosti kyčelní.
  - Úpon svalu: Končí na zadní straně velkého chocholíku kosti stehenní.
  - Funkce svalu: Extenduje stehno v kyčelním kloubu a při fixované končetině zaklání pánev, což zabezpečuje vzpřímený postoj. Vytáčí stehno směrem zevně a provádí abdukci.

## **Svaly stehna**

Tato skupina svalů se dělí podle Lince a Doubkové 1998, 2006, Doskočila 1995 a Čiháka 2001 na tři podskupiny: ventrální (přední), mediální a dorzální (zadní). Podle Čiháka (2001) jsou od sebe svalové skupiny odděleny vazivovými septy, jdoucími od kosti stehenní k povrchové stehenní fascii.

### **A. Přední skupina**

Ventrální skupinu stehenních svalů, podle Doskočila (1995) extenzoři, která se nachází přední straně stehna, na tvoří několik svalů: M. sartorius a m. quadriceps femoris se svými čtyřmi hlavami.

- M. quadriceps femoris je mohutný čtyřhlavý sval, jež obaluje téměř celou stehenní kost. Skládá se z m. rectus femoris, což je dlouhý vřetenovitý sval a reprezentuje poměrně samostatnou jednotku, a tří mm. vasti: lateralis, medialis a intermedius (Doskočil 1995, Čihák 2001, Elišková a Naňka 2006, Merkunová a Orel 2008, Dylevský 2009).
  - Začátek svalu: M. rectus femoris začíná na předním dolním trnu kosti kyčelní; mm. vasti odstupují od drsné čáry kosti stehenní.
  - Úpon svalu: Hlavy se sbíhají v pevnou šlachu, která je upevněná v čéšce a pokračuje jako čéškový vaz na bérec, kde se upíná na drsnatinu kosti holenní.
  - Funkce svalu: Sval pracuje jako natahovač kolenního kloubu, fixuje kloub při stoji, účastní se i při chůzi (při vykročení napomáhá flexi v kyčli v okamžiku, kdy se stehno zdvihá a posunuje vpřed). V další fázi vykročení extenduje celý m. quadriceps kolenní kloub.

Při skoku funguje čtyřhlavý sval současně s musculus gluteus maximus.

## **B. Zadní skupina**

Mezi dorzální skupinu stehenních svalů, jimž také Doskočil (1995) říká flexoři, řadíme tři svaly, a sice m. biceps femoris, m. semitendinosus a m. semimembranosus (Fleischmann & Linc 1987, Doskočil 1995, Čihák 2001, Linc a Doubková 2012, Elišková a Naňka 2006, Merkunová s Orlem 2008).

- M. biceps femoris je dvouhlavý sval, jehož hlavy se spojují ve společné břicho, jdoucí za zevní stranu kolenního kloubu, kde sval přechází v úponovou šlachu.
  - Začátek svalu: Dlouhá hlava začíná na hrbolu kosti sedací, krátká hlava od zevního okraje drsné čáry kosti stehenní v dolní polovině.
  - Úpon svalu: Obě hlavy se upínají na zevní hrbol kosti holenní a hlavici kosti lýtkové.
  - Funkce svalu: Flexe v koleni a zevní rotace bérce při flektovaném koleni.

## **Svaly bérce**

Svaly bérce tvoří tři skupiny: přední skupiny, které Čihák (2001) funkčně označuje za extenzory prstů nohy a supinátory nohy; svaly laterální skupiny, což jsou funkčně pronátory a pomocné flexory nohy a svaly zadní skupiny, které pracují jako flexory nohy a prstů.

V přehledu jsou uvedeny pouze některé svaly, a sice ty z povrchové vrstvy zadní strany bérce, jelikož jsou (podle vybrané odborné literatury) důležité pro skok daleký (Fleischmann a Linc 1987, Doskočil 1995, Čihák 2001, Merkunová a Orel 2008, Dylevský 2009).

- M. triceps surae, trojhlavý lýtkový sval, tvoří charakteristický reliéf mohutného lýtky, které se vyvíjelo v souvislosti s bipedním způsobem lokomoce. Skládá se ze tří hlav, a sice dvou povrchových (m. gastrocnemius) a jedné hluboké hlavy (m. soleus).
  - Začátek svalu: Hlavy mm. gastrocnemii začínají na horních okrajích příslušných epikondylů<sup>1</sup> kosti stehenní. Hluboká hlava m. soleus začíná

---

<sup>1</sup> Epikondylus = kostěný výstupek na rozšířeném kloubním konci kosti stehenní (Velký lékařský slovník <http://lekarske.slovniky.cz/pojem/epikondylus>)

- na obou kostech bérce (od hlavice kosti lýtkové a drsné čáry zadní plochy kosti holenní).
- Úpon svalu: Všechny hlavy se upínají společně přes Achillovu šlachu na hrbol patní kosti.
- Funkce svalu: Celý m. triceps surae způsobuje plantární flexi, supinaci nohy a odvíjí patu od podložky při chůzi, mm. gastrocnemii potom působí jako flexor v koleni.
- M. tibialis anterior je mohutný a dlouhý sval ležící na okraji svalů přední skupiny bérce (Fleischmann a Linc 1987, Doskočil 1995, Čihák 2001, Linc a Doubková 2012, Elišková a Naňka 2006, Dylevský 2009).
  - Začátek svalu: Přední holenní sval začíná na zevním okraji kosti holenní a od mezikostní membrány.
  - Úpon svalu: Upíná se přes širokou šlachu na střední spodní ploše klínové kosti a na prvním metatarsu.
  - Funkce svalu: Působí dorzální flexi nohy a uplatňuje se také při supinaci nohy, udržuje podélnou klenbu nohy a je maximálně aktivován při chůzi.

#### **4.2.2.4. Břišní svaly**

Nejen z literatury, nýbrž i díky ústnímu sdělení vybraných trenérů skoku dalekého a mého vlastního posouzení jako skokanky do dálky se dá usoudit, že aktivita břišních svalů je diskutovaná a z toho vyplývá, že správné zapojení břišních svalů u skoku lze označit za důležité.

Svaly břišní stěny tvoří, podle Eliškové a Naňky (2006), stěnu břišní dutiny a jsou rozprostřeny mezi hrudním košem a pánví. Autoři je klasifikují na skupinu dorzální, ventrální a laterální. Pro využití maximální síly a účinnosti břišních svalů je nutné je zapojovat dohromady a navíc správně. Zvýšenou činností břišních svalů stoupá nitrobřišní tlak, což nazýváme břišní lis (Velký lékařský slovník [online]). Břišní lis je nejen důležitým faktorem pro udržování orgánů v jejich anatomické poloze, ale pomáhá i při stabilizaci těla.

## A. Ventrální skupina

Přední část břišní stěny kryje m. rectus abdominis (jímž podélně prochází linea alba<sup>2</sup>) a m. pyramidalis, které dále zpevňují přední část břišní dutiny (Čihák 2001, Linc a Doubková 2012, Merkunová a Orel 2008, Dylevský 2009).

- M. rectus abdominis tvoří dlouhý plochý pás svaloviny, který je rozdělen třemi šlašitými přepážkami. Ve středu svalu vede vazivový pruh linea alba.
  - Začátek svalu: Příčný břišní sval začíná od chrupavek pátého až sedmého žebra a mečovitého výběžku kosti hrudní.
  - Úpon svalu: Sval končí úponem krátké silné šlachy na kost stydkou zevně od symfýzy.
  - Funkce svalu: Protože stahuje žebra dolů, jedná se o pomocný výdechový sval. Dále předklání trup, při fixaci trupu zdvihá pánev a tím zmenšuje pánevní sklon. Snižuje i bederní lordózu. Podílí se také na vytváření břišního lisu.

## B. Laterální skupina

Boční stěnu břišní tvoří tři zdánlivě homogenní svaly. Avšak funkční uplatnění těchto svalů je velmi individuální a jde o funkčně poměrně samostatné jednotky. Jedná se o m. obliquus externus abdominis, m. obliquus internus abdominis a m. transversus abdominis (Čihák 2001, Linc a Doubková 2012, Dylevský 2009, Patobiomechanika a Patokinesiologie: KOMPENDIUM [online]).

- M. obliquus externus et internus abdominis společně tvoří „šněrovačku“, která při kontrakci stahuje břišní stěnu v pase do tvaru písmene X. Oba mají plochý tvar a jsou propojeny pomocí aponeurózy<sup>3</sup>. M. obliquus internus abdominis je uložen hlouběji a průběh jeho svalových snopců je opačný oproti snopcům m. obliquus externus abdominis.
  - Začátek svalu: Externus začíná na osmi spodních žebrech, internus pokračuje od fascie bederní páteře, hřebene horní části lopaty kosti kyčelní a od zevní části tříselného vazů.

---

<sup>2</sup> Linea alba = vazivová střední čára, k níž se upínají některé břišní svaly (Velký lékařský slovník <http://lekarske.slovníky.cz/lexikon-pojem/linea-alba>)

<sup>3</sup> Aponeuróza = tenká vazivová blána, která je plošně rozprostřenou šlachou (Velký lékařský slovník, <http://lekarske.slovníky.cz/pojem/aponeuroza>)

- Úpon svalu: M. obliquus externus abdominis se upíná na hřeben horní části kosti kyčelní a linea alba; m. obliquus internus abdominis končí na třech posledních žebrech, linea alba i tříselném vazů.
- Funkce svalu: Oba svaly fungují podobně. Ohýbají (flexe) a rotují páteř, mění sklon pánve a tvoří břišní lis.

### **4.3. Úvod do problematiky z hlediska biomechaniky**

Biomechanika byla v předchozích kapitolách této práce označena za jeden z klíčových oborů pro pochopení speciální kineziologie atletické disciplíny skok daleký. Kapitola s názvem Úvod do problematiky z hlediska biomechaniky vysvětluje samotný pojem biomechanika, avšak v souvislosti se sportem, uvádí biomechaniku zmíněné atletické disciplíny a některých jejích fází. V neposlední řadě se zabývá i tím, jak Newtonovy zákony fungují přímo na příkladu skoku dalekého.

#### **4.3.1. Biomechanika a její cíle v kontextu sportu**

Díky McGinnisovi (2005) se dozvídáme, že biomechanika má v obecném slova smyslu na starosti síly a jejich vlivy na živé organismy. McGinnisova definice se blíží definici Hatzeho (1974), který popisuje biomechaniku jako vědu struktury a funkcí biologických systémů pomocí metod mechaniky.

Pro účely této bakalářské práce se musíme zaměřit na biomechaniku v oblasti sportu a tělesných cvičení, což je věda zabývající se silami a jejich vlivy na člověka vykonávajícího sport (Jandačka, 2012; The British Association of Sport and Exercise Sciences, [online]). Jinými slovy tato věda vysvětluje, jak a proč se lidské tělo pohybuje vybraným způsobem. S čímž souhlasí i Mackenzie (2004), Wood (2010) i Schmalfeld (2013), kteří termín biomechanika zpřesňují jako oblast sportovní vědy, která aplikuje zákony mechaniky a fyziky na sportovní výkon lidí, sportovců, za účelem lepšího pochopení tohoto sportovního výkonu pomocí metod modelování, simulace a měření. Wood (2010) také považuje za nezbytné dobře porozumět užití fyziky ve sportu: fyzikální principy pohybu, odporu, hybnosti a tření, které hrají roli ve většině sportovních disciplín.

Biomechanika ve sportu popisuje, vysvětluje a předpovídá mechanické aspekty lidského pohybu, sportu a her. A je tradičně rozdělena na odvětví kinetiky (řeší analýzu sil

působících na lidské tělo) a kinematiky (zabývá se analýzou pohybů těla), jak tvrdí odborníci z British Association of Sport and Exercise Sciences ([online]) a Mackenzie (2004).

Za primární cíl biomechaniky McGinnis (2005), Jandačka (2012) a Schmalfeld (2013) označují zlepšení sportovního výkonu. Za sekundární cíl považují tito autoři prevenci zranění a rehabilitaci. Druhotný úkol biomechanické vědy je však natolik úzce spojen s prvotním úkolem, že jej lze považovat téměř za jeho součást, protože je jasné, že nezraněný sportovec podá lepší sportovní výkon než zraněný. Pokud se zamyslíme nad cíli biomechaniky, nelze si nevšimnout její podobnosti s kineziologií a tato skutečnost jen potvrzuje předpoklad, že pro pochopení speciální kineziologie je potřeba nejen obecná kineziologie, ale i biomechanika.

McGinnis (2005) vidí uplatnění biomechaniky převážně ve zlepšování techniky sportovců, čehož lze dosáhnout dvěma způsoby: učitelé a trenéři díky znalostem biomechaniky mohou korigovat chybnou techniku svých svěřenců, anebo přispějí biomechaničtí vědci snahou vynalézt novou a více efektivní techniku daného pohybového úkolu. V prvním případě trenéři provádí kvalitativní biomechanickou analýzu, aby docílili žádoucích změn v technice. V druhém případě se biomechaničtí odborníci pomocí kvantitativní analýzy snaží vynalézt novou techniku, která je pak přes trenéry převedena z teorie do praxe. Z toho vyplývá, že trenéři využívají biomechaniku, aby určili, jaké úkony mohou zlepšit sportovní výkon jejich svěřenců.

Následují příklady některých oblastí, kde je biomechanika používána pro vylepšení sportovního výkonu nebo prevence zranění:

- Identifikace optimální techniky pro zlepšení sportovního výkonu,
- Analýza zatížení těla za účelem zjištění nejbezpečnější metody provedení pohybového úkolu,
- Posouzení svalového zapojení a zatížení,
- Analýza sportovní výzbroje, výstroje a prostředí.

#### ***4.3.2. Biomechanické pojmy v atletice***

Pro bezvadné a úplné pochopení vědy, která se skrývá za uměním skoku dalekého, je nutno nejdříve porozumět jisté terminologii. Tato terminologie nám může pomoci popsat pohyby

skokana do dálky, stejně jako síly na něj působící a síly, které vytváří. Detailní popis a vysvětlení pohybů skokana zprostředkovává kinematika. Kinetika se zabývá a popisuje síly působící na skokana do dálky, které ve výsledku způsobují pohyb skokana (Kammanová, [online]; The British Association of Sport and Exercise Sciences, [online]; Mackenzie, 2004).

#### **4.3.2.1. Pohyb**

Když se řekne pohyb, musíme vzít v úvahu, že v kinematice jsou dva druhy pohybu. První z nich je posuvný a druhý otáčivý. Posuvný pohyb nastane, pokud všechny částice tělesa urazí stejnou vzdálenost za stejný čas, dozvídáme se od Haye (1993).

Posuvný pohyb můžeme dále rozdělit na přímočarý a křivočarý. Pokud je pohyb přímočarý, vysvětluje jej Jandačka (2012) jako pohyb, během kterého všechny body tělesa putují po vzájemně rovnoběžných přímkách. Kdežto u křivočarého pohybu trajektorie zanechané za jednotlivými body pohybujícího se tělesa jsou zakřivené, přestože se orientace tělesa v prostoru nemění.

Při skoku dalekém se setkáváme především s posuvným pohybem, konkrétně s křivočarým. Je pouze několik málo případů přímočarého pohybu (například při odrazu a doskoku), míní Kammanová ([online]).

Na druhou stranu otáčivý pohyb se objevuje v několika podobách. Obvykle jej můžeme zaregistrovat, když těleso opisuje kruhovou trajektorii a zároveň se otáčí kolem osy.

U skokanů do dálky si můžeme všimnout otáčivého pohybu jen velmi málo, jestli vůbec nějakého. Kammanová ([online]), říká, že to většinou závisí na individuálním zvládnutí techniky skoku.

#### **4.3.2.2. Poloha**

Znát polohu skokanova těla v prostoru je rozhodující, což Hay (1993) dokazuje tvrzením, že poloha nám pomáhá při měření rychlosti ve všech fázích skoku. Poloha je jinými slovy umístění tělesa v prostoru v daném čase. Koneckonců, vzhledem k tomu, že cílem atletické disciplíny skok daleký je skočit co nejdále, je zaznamenání a změření polohy skokana rozhodující a umožní nám korunovat vítěze v této atletické disciplíně. Když budeme znát polohu atleta v prostoru, umožní nám to porovnat úhly mezi jednotlivými



segmenty těla v určitém čase a poloze při skoku a tato skutečnost, podle Kammanové ([online]), dopomáhá k podrobnější analýze a snaze přijít na to, jak dosáhnout lepšího výkonu.

#### **4.3.2.3. Rychlost**

Rychlost je, jak říká Hay (1993), ukazatel toho, jak rychle se těleso pohybuje určitým směrem. Pokud je nám známo uvedené tvrzení, můžeme ukazatel rychlosti použít k určení, jak rychle se skokan pohybuje ve vzduchu v kterémkoli bodě. Jelikož je skokan považován za projektil (viz Kapitola Biomechanika skoku dalekého), může být jeho rychlost při odrazu rozdělena do dvou komponent: horizontální a vertikální. Tyto, na sebe vzájemně kolmé, komponenty dávají dohromady výslednou rychlost odrazu, která má velký vliv na vzdálenost, kterou skokan překoná.

Jakmile skokan použije svou odrazovou rychlost, aby se vznesl do vzduchu, můžeme stále měřit jeho okamžité rychlosti v různých časových bodech. Jednotlivé okamžité rychlosti lze vypočítat pomocí okamžitých rychlostí v momentě odrazu, jak horizontálního i vertikálního směru, což nám umožní zjistit okamžitou rychlost například ve fázi doskoku (Kammanová, [online]).

Lze se také zaměřit nejen na okamžitou rychlost, ale i na průměrnou rychlost skoku. Přestože průměrné rychlosti přikládáme menší důležitost, poskytne nám určitý náhled na rychlost skokana po celou dobu letové fáze, jak tvrdí Kammanová ([online]).

#### **4.3.2.4. Zrychlení**

Zrychlení se v atletické disciplíně skok daleký objevuje ve dvou rovinách. Zaprvé, vertikální zrychlení, které nastává při odrazu, a za druhé je to horizontální zrychlení, jež se objevuje při rozběhové i odrazové fázi, píše Kammanová ([online]).

Zrychlení, podle Haye (1993), vyjadřuje změnu rychlosti v čase. Zrychlení můžeme zaznamenat, jakmile skokan začne nabírat běžeckou rychlost během rozběhové fáze a také při odrazové fázi, když atlet, ve snaze získat vertikální rychlost, zatlačí do podložky. Podle Kammanové ([online]) bude atlet, tlačíc do podložky, zrychlovat směrem vzhůru po určitou dobu.

Lze také pozorovat zrychlení ve formě zpomalení. Jinými slovy je zpomalení negativní zrychlení. Nastává v momentě, kdy se skokan dostává do fáze doskoku a až se jeho nohy dostanou do kontaktu s podložkou (pískem), začíná jeho tělo zpomalovat.

#### **4.3.2.5. Síly**

Zatímco většinu pohybových aktivit ovlivňuje velká spousta sil, na skok daleký mají dopad vnější síly minimálně. Odpor vzduchu, je zanedbatelný, z toho důvodu se jím nemusíme zabývat. Nicméně stále musíme vnímat tíhovou sílu a sílu, kterou působí podložka (Kammanová, [online]).

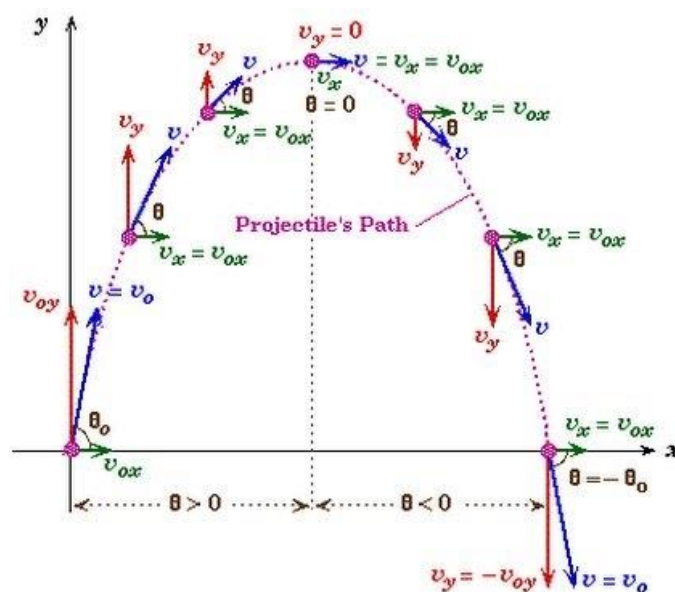
Tíhová síla hraje významnou roli během letové fáze, když jako konstantní síla táhne skokana k zemi konstantní mírou  $9,81 \text{ m/s}^2$ . Síla, kterou působí podložka, jinak známá jako normálová síla, je reakcí na (akční) sílu, kterou skokan na podložku působí při došlapu. Ovlivňuje především odraz a doskok, kdežto letovou fází příliš ne.

Znalosti pro úplné pochopení biomechaniky skoku dalekého doplní pohybové zákony, které vytvořil Isaac Newton. Těmito zákony, spadajícími do oblasti kinetiky, se zabývám v další podkapitole s názvem Newtonovy zákony.

#### **4.3.3. Biomechanika skoku dalekého**

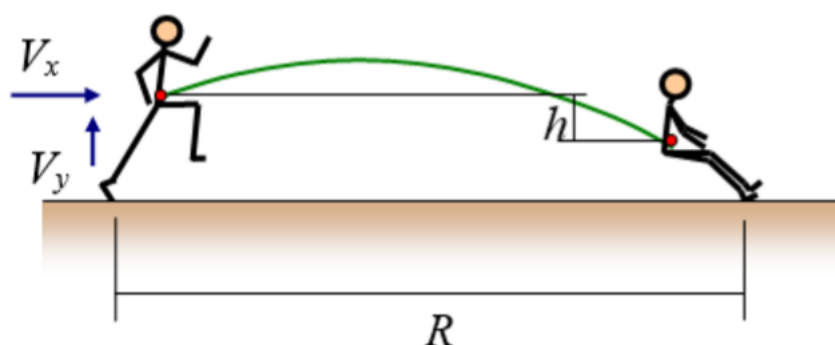
Aby skokan zdolal co nejdelší vzdálenost, musí vyvinout co nejvyšší rychlost během rozběhové fáze a poté se co nejvíce odrazit při odrazové fázi, tvrdí Normani ([online]) a Kammanová ([online]). Skok daleký považujeme za vertikální pohyb projektilu a tělo skokana tedy označujeme jako projektil.

Za projektil ve sportu a tělesném cvičení Jandačka (2012) považuje těleso, které bylo vypuštěno nebo vymrštěno do vzdušného prostředí jakýmkoli směrem nebo jen volně puštěno k zemi a působí na něj vždy síla tíhová a odpor prostředí. V některých případech je odpor prostředí velice malý, potom jej můžeme zanedbat, což potvrzuje i Kammanová ([online]). V takovém případě na projektil působí pouze tíhová síla Země. Jestliže zanedbáme odpor prostředí, pohybují se projektily ve vertikálním směru rovnoměrně zpomaleně (stoupání do větší výšky nad zemí) nebo zrychleně (klesání k zemi) s tíhovým zrychlením, které má velikost  $9,81 \text{ m/s}^2$ . Tato skutečnost je patrná na Obrázku 4.



**Obrázek 4: Příklad rovnoměrně zrychleného pohybu demonstrováný na projektilu (Kammanová, [online])**

Kammanová ([online]) za účelem zdůraznění myšlenky skoku dalekého, jako pohybu projektilu, považuje za důležité vnímat faktory jako rychlost, výška, úhel a čas, které budou hrát roli na celkový výkon v této atletické disciplíně. Je spoustu možností, jak s těmito proměnnými v rámci techniky skoku pracovat. Většina jich je soustředěna do odrazové fáze, ale lze je zaznamenat ve všech fázích. Jejich důležitost ještě zdůrazňuje fakt, že jednotlivé proměnné na sobě závisí. Například rychlost, kterou atlet opustí odrazové břevno, značně závisí na rychlosti, kterou se atlet rozběhne k odrazovému břevnu. Stejně tak v případě maximální výšky, jež skokan dosáhne: bude ovlivněna nejen vytvořenou vertikální rychlostí při odrazu, ale i úhlem, pod kterým je tento odraz proveden.



**Obrázek 5: Schéma skoku dalekého (Normani, [online])**

Na tomto schématu (Obr. 5)  $V_x$  reprezentuje horizontální rychlost celkového těžiště (CT) těla skokana na odrazu, které je vyobrazeno jako červený bod,  $V_y$  je vertikální rychlost CT skokana na odrazu,  $h$  je změna polohy CT skokanova těla ve vertikálním směru, a sice mezi odrazem a doskokem a  $R$  je horizontální vzdálenost, kterou skokan zdolal.

Normani ([online]) píše, že celkové těžiště skokanova těla může zastupovat jednotlivou částici, podle 2. Newtonova pohybového zákona. Ted', když víme, že skokanovo tělo považujeme za projektil, ulehčí nám to přemýšlení nad trajektorií pohybu skokana ve vzduchu. Pokud na těleso nepůsobí žádné vnější síly (například odpor vzduchu) je trajektorie tohoto projektilu již předpovězena. Takový pohyb můžeme, podle Kammanové ([online]), označit jako rovnoměrně zrychlený (Obr. 4, na předchozí straně). To znamená, že zrychlení pohybu projektilu je stejné, když těleso stoupá i klesá. Protože nepůsobí žádný odpor vzduchu, tíhová síla působí na skokana, jen když je ve vzduchu.

Při odrazu je již horizontální rychlost skokanovi udělena (rozběhovou fází). Takže jediná věc, kterou skokan může, podle Normaniho ([online]), udělat je co nejvíce zvýšit  $V_y$ , aby zvýšil  $R$  (výslednou vzdálenost od odrazového břevna po doskok). Toho dosáhne usilovným odrazem odrazové nohy. Vyšší vertikální rychlost  $V_y$  zvyšuje čas letu, tedy prodlužuje letovou fázi, což přirozeně prodlouží celkovou délku skoku  $R$ .

Podle Normaniho ([online]) může pro další prodloužení celkové vzdálenosti skokan zvednout během letové fáze dolní končetiny, aby oddálil doskok. Tato skutečnost přispěje ke zvýšení  $h$ , což má opět za následek prodloužení skoku.

#### **4.3.3.1. Biomechanika rozběhové fáze**

Souhlasím s názorem autorů Luhtanena & Komihho (1979), Weidnera s Dickwachem (1989), Seyfartha (2000), Bridgettové, Gallowayové & Linthorna (2002), Chowa & Haye (2005), Bridgettové & Linthorna (2006), Murakiho, Ae, Koyami & Yokozawi (2008) a Linthorna, Honga & Bartletta (2008), že rychlost rozběhu je jeden z nejdůležitější faktorů ovlivňujících výkon ve skoku dalekém. Weidner a Dickwach (1989) k faktoru rychlosti přidávají ještě přesnost rozběhu. Tato tvrzení kladou důraz na význam fáze rozběhové.

Skokani nabírají rychlost během 16 až 24 běžeckých kroků, což odpovídá 35 až 55 metrům. Na konci rozběhu atleti dosahují okolo 95 až 99 % jejich maximální sprinterské rychlosti. Skokani nenabíhají k odrazovému břevnu 100 % sprinterské rychlosti, protože výhody tak rychlého rozběhu jsou převáženy zvyšující se obtížností při správném trefení odrazového břevna, říká Hay (1986).

Rozběhová fáze skoku do dálky má dvě hlavní části: akcelerační fáze, během které atlet nabírá rychlost akceleračním během; a přípravné fáze, jež je charakteristická zkracováním kroků a zvyšováním frekvence (Mackenzie, 2001; Linthorne & Hong & Bartlett, 2008). Během několika posledních kroků před odrazem skokan, díky své zrakové kontrole zjistí, jak je daleko od odrazového břevna, přizpůsobí délku kroků, aby mohlo dojít k ideálnímu odrazu přímo z odrazového břevna.

#### **4.3.3.2. Biomechanika odrazové fáze**

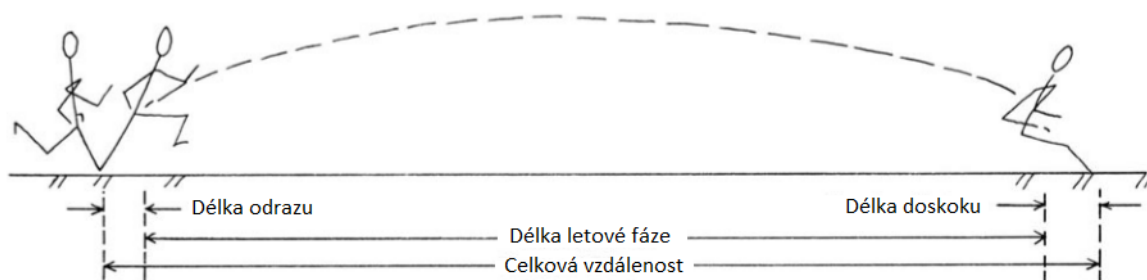
Biomechaniku odrazové fáze jsem zařadila, protože ji, po vzoru autorů Kammanová ([online]) a Normani ([online]), považuji za podstatnou. Kammanová ([online]) se o odrazu vyjádřila jako o pravděpodobně nejdůležitější fázi atletické disciplíny skok daleký. Je to fáze, jež rozhoduje o zbývajících částech, fázích, skoku a záležitosti, které se stanou na odrazu, jsou koneckonců zodpovědné za finální vzdálenost, kterou skokan zdolá.

Atlet vstupuje do odrazové fáze bezprostředně po rozběhové fázi. V podstatě propojuje začátek skoku s jeho koncem (Bouchouras a kol., 2009). Odraz skokan připravuje během přechodu z rozběhové do odrazové fáze (Obr. 6, na další straně) tím, že nejprve sníží své CT, což má za následek snížení počáteční výšky, ze které se následně odrazí. Jaitner, Mendoza & Schöllhorn (2009) také dokázali, že pohyb trupu během úvodních pohybů odrazu také hraje velmi důležitou roli.



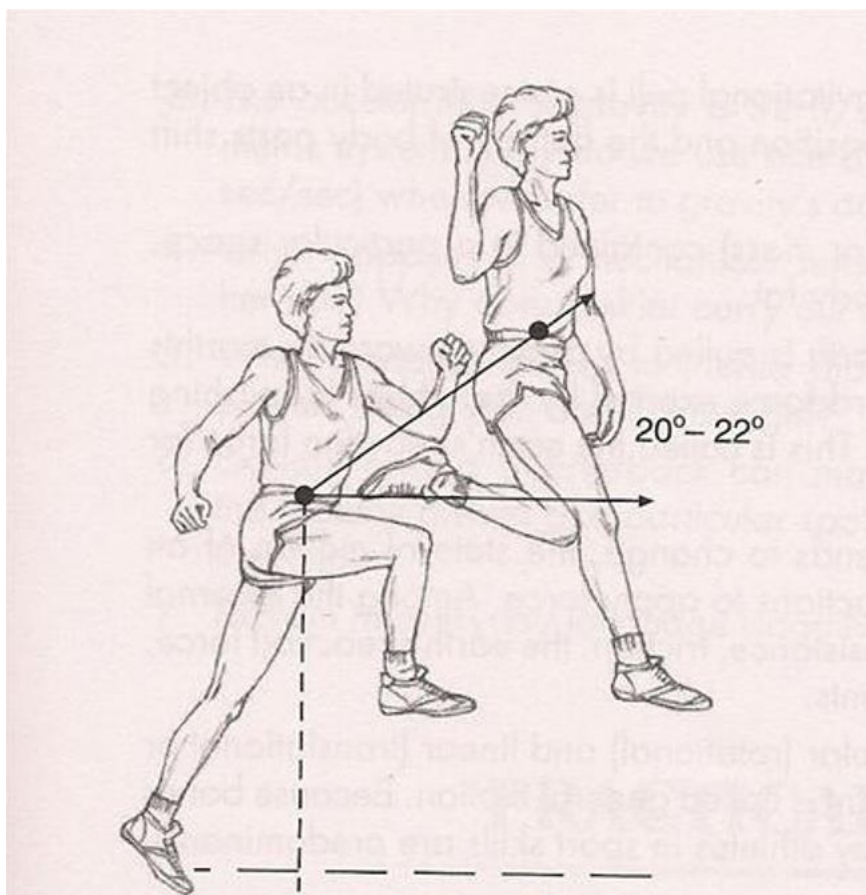
**Obrázek 6: Přechod z rozběhu na odraz (Kammanová, [online])**

Existuje spousta důvodů, proč je odraz považován za rozhodující při snaze uspět v této atletické disciplíně. Jak ukazuje Obrázek 7 je celková vzdálenost rozdělena na tři části: délka odrazu, délka letové fáze a délka doskoku, jak tvrdí Hay a Reid (1982). Každá z těchto částí, stejně jako celková vzdálenost, je ovlivněna odrazem, který je určován, krom jiných faktorů, i polohou jednotlivých segmentů těla. Právě proto ovlivňováním polohy hlavy, krku a trupu během odrazové fáze může skokan regulovat délku odrazu.



**Obrázek 7: Tři části, na které se dělí celková skočená vzdálenost (Upraveno podle Larkinse, [online])**

Při odrazu, který Kammanová ([online]) definuje jako moment, kdy chodidlo skokana opustí podložku, je vytvořena horizontální a vertikální rychlost. Vedle rychlosti při odrazu, která má bezpochyby vliv na celkový sportovní výkon ve skoku dalekém (Kammanová, [online]), hraje významnou roli úhel odrazu. Skokani do dálky se odrážejí ze země a chtějí doskočit, co nejdále, takže bychom si mohli myslet, že úhel odrazu bude kolem  $45^\circ$ , jak tvrdí i Kammanová ([online]). Avšak není tomu tak. Podle Carra (1999) se atlet ve skutečnosti odrážejí mezi  $20$  a  $22^\circ$  (Obr. 8, na další straně). Skokan do dálky by byl nucen na rozběhu zpomalit, aby byl schopen se odrazit pod úhlem  $45^\circ$ . Každý skokan ví, že takové zpomalení rozběhu by drasticky snížilo letovou fázi a tím i zdolanou vzdálenost celkově. Výsledkem těchto zjištění je tedy kompromis mezi rozběhovou rychlostí a úhlem odrazu. Carr (1999) staví faktor rychlosti v důležitosti nad všechny ostatní a z tohoto důvodu je úhel odrazu snížen ze  $45^\circ$  na  $20$  až  $22^\circ$ . Avšak při odrazu pod menším úhlem výrazně snižuje celkovou skočenou vzdálenost.



Obrázek 8: Ideální úhel odrazu podle Carra (1999)

#### 4.3.4. Newtonovy zákony

Newtonovy pohybové zákony pomáhají vysvětlit vztah mezi silami a jejich důsledky při působení na jednotlivé klouby, stejně jako při jejich působení na pohyb celého těla. Tyto pojmy mohou pomoci porozumět pohybům v atletice a pochopit mechanismus zranění a tímto zraněním předcházet nebo je efektivně léčit, říkají Dixon, Nwabude, Lujares, Ekhaton a Rodriguezová ([online]).

##### 1. Newtonův zákon

*„Těleso setrvává ve stavu klidu nebo ve stavu rovnoměrného přímočarého pohybu, není-li nuceno vnějšími silami tento stav změnit,“* (Tlapáková, 2010).

Podle Kammanové ([online]) je setrvačnost tvořena hmotou tělesa. Přirozeně skokan hmotu má, a proto má i setrvačnost, což mu může pomáhat, ale i zároveň pracovat proti němu. Kammanová propojuje ([online]) 1. Newtonův zákon se skokem dalekým tvrzením, že skokan stojící na začátku svého rozběhu k odrazovému břevnu, musí překonat

setrvačnost, aby se začal rozbíhat. Když běží, setrvačnost pokračuje s ním. Jakmile skokan doběhne k odrazovému břevnu a nastane čas na odraz, další vnější síla musí překonat tu setrvačnost, která udržuje skokana v běhu, a způsobit tím změnu směru pohybu skokana. Teď když atlet vstoupil do letové fáze a je ve vzduchu, musí doskočit. A znovu tu hraje roli setrvačnost. Když se chodidly nebo hýžděmi skokan dostane do kontaktu s podložkou, ona setrvačnost v podobě vnější síly přinutí tělo skokana zastavit.

## **2. Newtonův zákon**

*„Časová změna hybnosti je přímo úměrná působící síle a má s ní stejný směr,“* (Tlapáková, 2010).

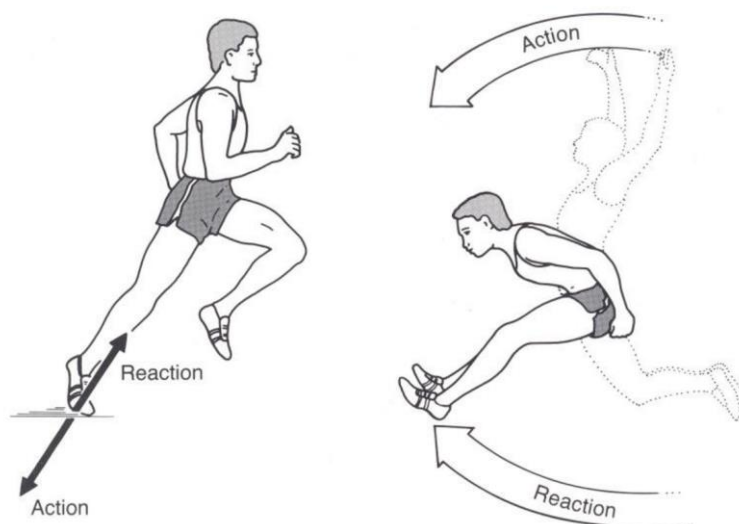
Jandačka (2012) interpretuje 2. Newtonův pohybový zákon jako vztah mezi příčinou (vnější síla) a následkem (zrychlení). Když lidské tělo zrychluje, víme, že na něj musí působit nenulová výsledná vnější síla. Jinými slovy, když na lidské tělo působí nenulová výsledná vnější síla, víme, že musí zrychlovat.

Thompson (2009) 2. Newtonův pohybový zákon vysvětluje tak, že se skokan z rozběhu do dálky neodrazí, dokud nezačne působit síla, která by změnila jeho směr. Dodává, že čím větší sílu atlet vyvine na odrazu, tím větší bude zrychlení a díky tomu bude vyšší i dosažená vzdálenost. Jakmile skokan opustí podložku, nemůže učinit nic, aby mu bylo uděleno zrychlení.

## **3. Newtonův zákon**

*„Každá akce vyvolává stejnou reakci opačného směru, aneb vzájemná silová působení dvou těles jsou stejně veliká a opačně orientovaná,“* (MFF UK, [online]).





**Obrázek 9: Aplikace 3. Newtonova zákona při rozběhové a letové fázi (Coach.org, [online])**

Jandačka (2012) slovy akce a reakce, podle 3. Newtonova pohybového zákona, myslí akční a reakční síly. Víme, že síly vznikají při interakci dvou těles. Když jedno těleso působí na druhé silou, druhé těleso působí na první silou stejné velikosti, ale opačného směru.

Běžec, v našem případě skokan při rozběhové fázi, působí silou na podložku. Podložka opětuje stejnou, ale opačnou reakcí na skokanovu nohu (stejně velkou, ale opačnou silou). Lze vidět na Obrázku 9 vlevo.

Zákon akce a reakce lze také aplikovat na pohyby ve vzduchu. V těchto případech se stejná, ale opačně orientovaná reakce projevuje pohybem jiných segmentů těla. To znamená, že když se při přípravě na doskok skokan předkloní a přesune horní končetiny dopředu, bude stejnou, ale opačnou reakcí pohyb dolních končetin do výhodné pozice pro připravovaný doskok, jak lze vidět na Obrázku 9 vpravo, podle Coach.org ([online]).

#### **4.4. Speciální kineziologie pohybu v atletice**

Jelikož se práce zaměřuje na kineziologické hodnocení atletické disciplíny skok daleký, je důležité mezi teoretická východiska zařadit i speciální kineziologii pohybu se zaměřením na běh a skok. Tato kapitola se zaměřuje na kineziologii některých pohybů, které se podílí na výkonu ve skoku dalekém.

#### 4.4.1. Běh

Skok daleký má několik fází, mezi které řadíme i tu rozběhovou. Je pro skokany velmi charakteristická a odlišná od sprinterského způsobu běhu i běhu ve svém základním provedení. Rozběh k odrazovému břevnu disponuje vlastnostmi šlapavého i švihového způsobu běhu.

Běh je, podobně jako chůze, cyklická aktivita, jeden běžecský krok následuje druhý v souvislém cyklu. Odehrává se, jak tvrdí Mackenzie (2007), v sagitální rovině okolo frontální osy. Bartlett (2007) formuluje běžecský krok jako stav mezi dotykem podložky chodidlem jedné nohy a dalším dotykem podložky téhož chodidla. Segeťová (1985), Mackenzie (2007) uvádí, že při běhu se zapojují klouby kyčelní, kolenní a hlezenní. Segeťová (1985) dále dodává, že při běhu pracují i některé další klouby nohy a článků prstů.



Obrázek 10: Zobrazení běžecského kroku (Upraveno podle Müllera, Ritzdorfa & Thompsona, 2009)

Na rozdíl od chůze je běh rozdělen do fáze oporové a letové, s čímž souhlasí i Mackenzie (2007) a Müller, Ritzdorf & Thompson (2009). Při oporové fázi se jedno chodidlo dotýká podložky. Segeťová (1985) a Müller, Ritzdorf & Thompson (2009) tvrdí, že se oporová fáze dělí dále na odrazovou a fázi dokroku, přičemž aktivní hnací fázi můžeme nazvat fází odrazovou. Závisí na využití hnacích sil, a sice odrazové síly nohy, setrvačnosti, švihů neodrazové nohy a švihů paží. Těchto faktorů běžec využívá ke zrychlení. Fázi dokroku označujeme jako pasivní a běžec při ní zpomaluje a kvůli tomu se snaží minimalizovat účinky brzdících sil. U letové fáze jsou obě chodidla mimo styk s podložkou, ve vzduchu. Volná švihová končetina se před tělem extenduje a tím se připravuje na odraz. Kdežto druhá dolní končetina se krčí a švihovým pohybem se následně dostává před tělo. Jednotlivé fáze jsou vyobrazeny na Obrázku 10.

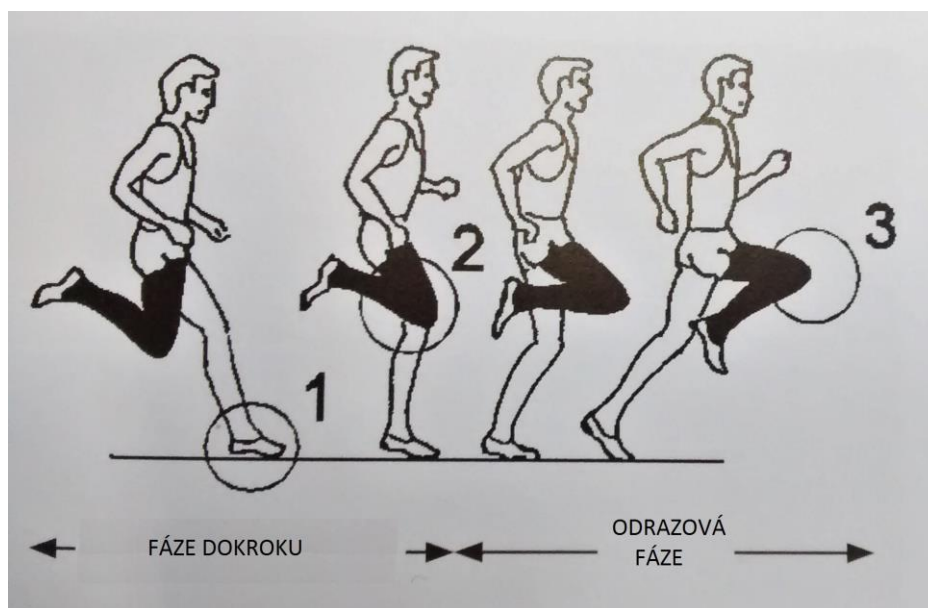
Podle Seget'ové (1985) je odrazová končetina v závěru odrazové fáze extendována v kyčelním a kolenním kloubu. Naopak v kloubu hlezenním dochází k flexi. Švihová končetina je v kloubu kyčelním a kolenním flektována, v kloubu hlezenním je relativně uvolněna ve střední poloze kloubu. U odrazové končetiny tedy v průběhu odrazu průběžně dochází k extenzi v kloubu kyčelním a kolenním, v kloubu hlezenním k postupné flexi. Odraz ukončuje flexe článků prstů, především palce, který poslední opouští podložku.

V kyčelním kloubu se na práci odrazové nohy podílí mm. glutei. Dále dorzální skupina svalů stehna, m. semimembranosus, m. semitendinosus a m. biceps femoris. Svaly na zadní straně stehna současně provádějí extenzi v kloubu kyčelním a flexi v kloubu kolenním díky svému úponu na bérce. Jejich schopnost provádět flexi kolenního kloubu je v tomto konkrétním pohybu neutralizována antagonistickou skupinou svalů na přední straně stehna, kterou reprezentuje m. quadriceps femoris. Výrazně také působí přitahovače, jež řadíme do mediální skupiny svalů stehna, míní Seget'ová (1985).

V kloubu hlezenním a dalších kloubech nohy, kde dochází k současné flexi, se aktivují všechny svaly na dorzální straně bérce, m. triceps surae, m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus, m. tibialis posterior, dále pak svaly zadní skupiny bérce. Nohu zpevňují všechny krátké svaly z plantární oblasti, v první řadě m. flexor digitorum brevis a m. quadratus plantae (Seget'ová, 1985).

Seget'ová (1985) tvrdí, že svaly švihové nohy pracují v tomto okamžiku podstatně menším úsilím. Aktivizují se hlavně flexory kyčelního kloubu. Ostatní pohybové články (bérce a noha) jsou uvolněny a pohyb probíhá spíše setrvačností. V závěru odrazové fáze se zvětšuje flexe v kolenním kloubu a zmenšuje se flexe v kloubu kyčelním.

Při pohybu se aktivuje mimo jiné m. iliopsoas, m. rectus femoris, m. sartorius, m. tensor fasciae latae a skupina adduktorů (m. pectineus, adductor longus a brevis). Tendence k flexi, kterou má m. sartorius v kloubu kolenním, neutralizuje aktivita m. rectus femoris, stejně jako setrvačností bérce, který má snahu „předběhnout“ v pohybu stehno. Svaly na bérce jsou v této fázi poměrně relaxovány.



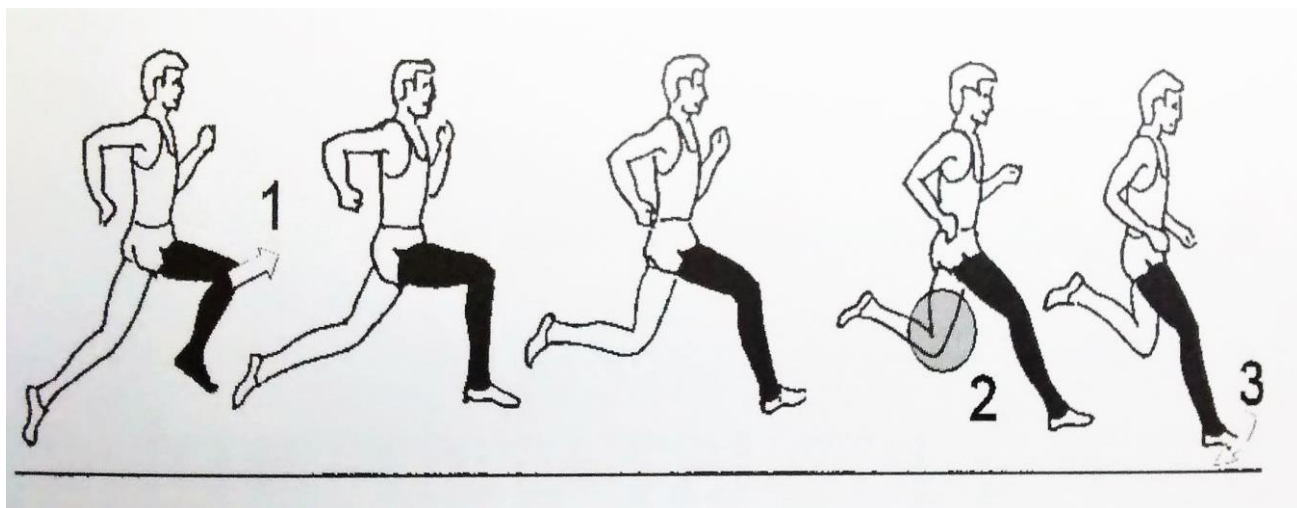
**Obrázek 11: Oporová fáze běhu (Upraveno podle Müllera, Ritzdorfa & Thompsona, 2009)**

Na Obrázku 11 je více rozebrána pouze oporová fáze. Číslo 1 vyobrazuje došlap na přední část chodidla. Pod číslem 2 vidíme, že flexe v koleni dokročené končetiny je během amortizace minimální. Klouby kyčelní, kolenní a hlezenní dokročené končetiny jsou při odrazu silně extendovány. A číslo 3 ukazuje, že stehno švihové nohy rychle stoupá do horizontální polohy (Müller, Ritzdorf & Thompson, 2009).

V letové fázi je odrazová noha oddálena od podložky a obě dolní končetiny jsou relativně uvolněny. U švihové nohy nastává příprava na dokrok, což se projevuje postupným zvyšováním tonu všech skupin svalů bérce. Tento zvyšující se tonus nazýváme přípravným předpětím svalů před maximálním zatížením. Následně nastává postupný návrat z flexe v kloubu kyčelním a postupná extenze v kloubu kolenním. Pohyb s nízkou intenzitou zapojení provádějí m. gluteus maximus a medius, m. semitendinosus, m. semimembranosus a m. biceps femoris v kloubu kyčelním a m. quadriceps femoris v kloubu kolenním (Segeťová, 1985).

Odrazová noha se uvolňuje po odpoutání od podložky v kloubu kyčelním a kolenním. Setrvačnost celého těla způsobuje pasivní zvětšení extenze v kyčelním kloubu. Po uvolnění m. quadriceps femoris následuje mírná flexe v kloubu kolenním, jež je zapříčiněna napětím svalů na dorzální straně stehna i kontrakcí m. gastrocnemius. Uvolněně je dokončována flexe v kloubu hlezenním, při odrazu prováděná maximální intenzitou. Flexi v kloubu hlezenním provádějí již uvedené svaly dorzální strany bérce, tvrdí Segeťová (1985).

Díky Obrázku 12 si můžeme lépe představit i letovou fázi běhu. Pod číslem 1 si lze všimnout toho, že koleno švihové nohy se pohybuje dopředu a nahoru za účelem následného prodloužení kroku. Číslo 2 ukazuje, že koleno končetiny, jež byla dokročená, se výrazně flektuje. Končetina, která se připravuje na dokrok, zabírá směrem vzad, aby minimalizovala brzdicí efekt na dokroku, čehož si můžeme všimnout u čísla 3 (Müller, Ritzdorf & Thompson, 2009).



Obrázek 12: Letová fáze běhu (Müller, Ritzdorf & Thompson, 2009)

#### **4.4.2. Skok**

Skok je samotnou podstatou skoku dalekého. Vlastní skok (mimo jiné společně s během) určuje výkon v této disciplíně. V literatuře se vyskytují různé druhy skoků, ale předmětem této práce je pouze skok daleký. Avšak kineziologickým rozbořem skoku dalekého se v literatuře zabývají autoři pouze zřídka.

Mackenzie (2007) uvádí rozbor na zjednodušeném modelu skoku z místa (Obr. 13). V tomto případě se odehrává v sagitální rovině okolo transversální osy (a zapojují se při něm klouby kyčelní, kolenní a hlezenní). V kyčelním kloubu se konkrétně jedná o extenzi a hyperextenzi, kterou vykonávají m. gluteus maximus a minimus, m. biceps femoris, m. semimembranosus a semitendinosus. Kolenní kloub provádí extenzi díky m. quadriceps femoris. V posledním zapojeném kloubu, hlezenním, provádí m. gastrocnemius plantární flexi. Tato zjednodušená analýza může být aplikována i u atletické disciplíny skok daleký.



**Obrázek 13: Zjednodušený skok z místa a při něm zapojené svaly (Mackenzie, 2007)**

Při odrazu hrají důležitou roli, podle Seget'ové (1985) a Weinecka (2008), stejné svalové skupiny, které používá sprinter při běhu. Weineck (2008) jmenuje konkrétně flexory kyčle (m. iliopsoas, m. gluteus medius, m. rectus femoris) a břišní svaly.

Od autorů Dixon, Nwabude, Lujares, Ekhtor a Rodriguezová ([online]) lze získat kineziologickou analýzu pohybu jednotlivých fází skoku dalekého. Při rozběhové fázi, již charakterizuje pozvolné zrychlování směrem k odrazovému břevnu, se koncentricky a excentricky zapojují m. biceps femoris, m. gluteus maximus, všechny tři hlavy m. triceps surae a m. tibialis anterior. Pouze koncentricky pracují m. rectus femoris a m. soleus. Tyto svaly se zapojují při flexi a extenzi v kloubu kyčelním i kolenním, dále při supinaci, pronaci nohy a plantární flexi v hlezenním kloubu.

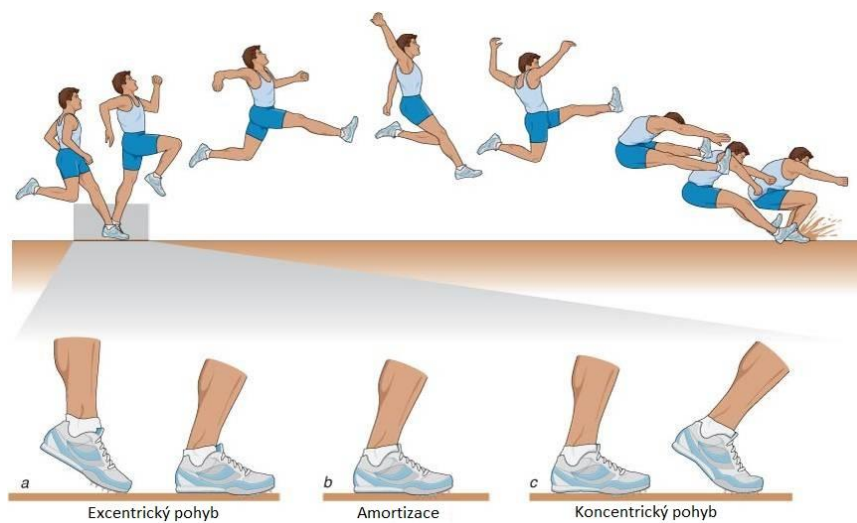
V následující, odrazové, fázi autoři popisují koncentrickou práci m. biceps femoris, excentrickou práci m. gluteus maximus a koncentrickou i excentrickou práci m. triceps surae, to vše v rámci extenze a flexe v kyčelním kloubu, flexe a úplné extenze v kolenním kloubu a plantární a dorzální flexe v kloubu hlezenním.



Letová fáze je charakteristická koncentrickým zapojením m. gluteus maximus, všech hlav m. triceps surae, dále excentrickým zapojením tří hlav m. quadriceps femoris (m. rectus femoris, m. vastus medialis, m. vastus lateralis). Pohyby při letové fázi zahrnují flexi a extenzi v kyčli a koleni a plantární flexi v hlezenním kloubu.

Při závěrečné fázi doskoku koncentricky pracují m. quadriceps femoris, svaly zadní strany stehna (m. biceps femoris, m. semimembranosus a m. semitendinosus) a m. gluteus maximus. Excentricky potom pracuje m. gastrocnemius. Jmenované svaly pracují v kloubu kyčelním a kolenním během flexe a hlezenním kloubu při dorzální flexi (Dixon, Nwabude, Lujares, Ekhtor a Rodriguezová, [online]).

Segeťová (1985) charakterizuje pohyb v odrazové fázi rozdílnou akcí stejných svalových skupin. Uvádí pasivní (amortizační) a aktivní (akcelerační) fázi. Když amortizační fázi podle Segeťové (1985) převedeme na Obrázek 14, je zobrazena pod písmeny *a* a *b*. To potvrzuje i fakt, že ji tato autorka charakterizuje excentrickou kontrakcí. Akcelerační fázi potom vystihuje koncentrická práce svalů, které doposud pracovaly excentricky.



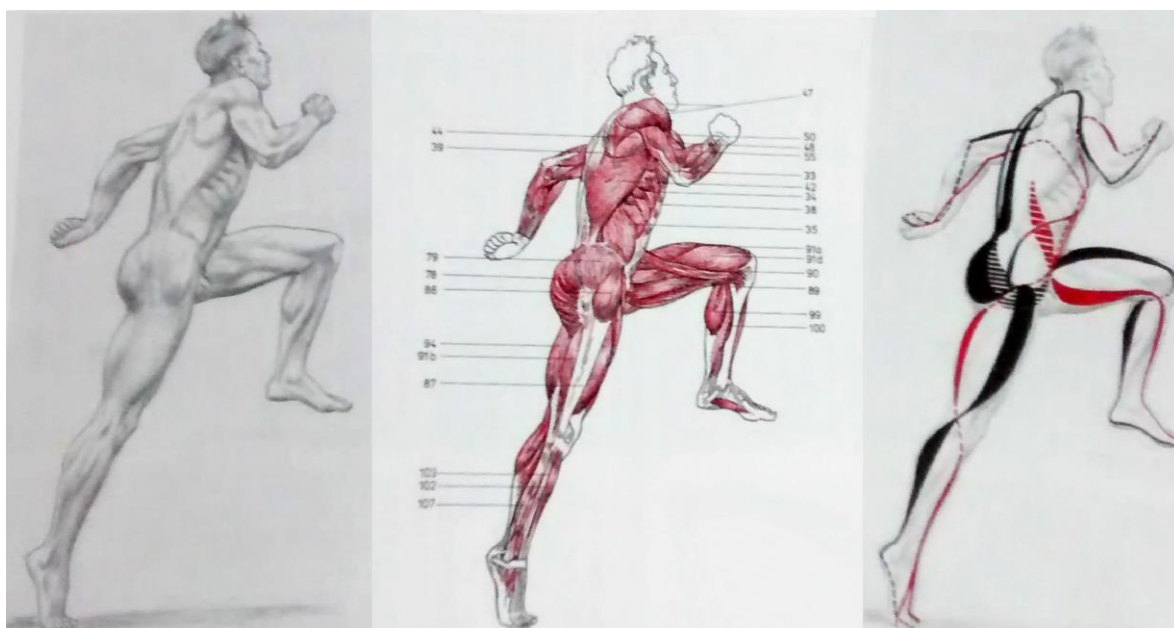
**Obrázek 14: Odraz a amortizace (Upraveno podle Human Kinetics, 2008)**

Při amortizační fázi dochází k mírné flexi v kyčelním a kolenním kloubu a extenzi v kloubu hlezenním. Setrvačnost těla je kompenzována v kyčelním kloubu, především skupinou hýžďových a zadních stehenních svalů. Aktivizují se tedy mm. gluteii, m. adductor magnus, m. biceps femoris, m. semimembranosus a m. semitendinosus. Čtyřhlavý m. quadriceps femoris svou excentrickou kontrakcí brzdí prováděnou flexi v kolenním kloubu. V kloubu hlezenním je v amortizační fázi aktivizována v prvním okamžiku skupina extenzorů na přední straně bérce (mj. m. tibialis anterior). Jakmile skokan dosáhne

celým chodidlem na odrazové břevno, situace se změní a funkci přebírají svaly na zadní straně bérce. Během akcelerační fáze, dle Segeťové (1985), v maximální intenzitě pracují extenzory kyčelního kloubu a především v závěrečné fázi odrazu flexory kloubu hlezenního (m. triceps surae).

Švihová noha má podobné zapojení svalů jako při běhu. Výrazně flektovaným stehnem v kloubu kyčelním napomáhá skokanovi při změně pohybu vertikálním směrem. Intenzita švihu je dána především flexory kyčelního kloubu (m. iliopsoas, m. rectus femoris). Aktivizují se i některé adduktory (Segeťová, 1985).

Skokan do dálky se v jistých ohledech mnoho neliší od výškaře či skokana o tyči. Všechny tři skokanské disciplíny začínají cyklickým pohybem (rychlostně silový rytmický běh), který se mění v pohyb acyklický (výbušný odraz, letová fáze, doskok). Liší se pouze rozmanitostí fáze letové, jak tvrdí Tittel (2003).



**Obrázek 15: Okamžik odrazu (Upraveno podle Tittella, 2003)**

Na Obrázku 15 můžeme vidět okamžik odrazu ve studii Tittella (2003). Těsně před tímto okamžikem by měl atlet dosahovat maxima své rozběhové rychlosti.

Tittel (2003) říká, že při energickém odrazu provedeném vzhůru a vpřed, se nejprve rychlost skokana při došlapu odrazové nohy zpomalí (zhruba z 9,35 m/s na 8,05 m/s), okamžitě poté dojde, převážně díky excentrické práci extenzorů kyčelního kloubu (m. gluteus maximus, m. quadriceps femoris, m. triceps surae) a současně silnému protažení



flexorů kyčelního kloubu (m. iliopsoas, svaly zadní strany stehna), k opětovnému zrychlení CT, přičemž rychlost se opět, avšak nepatrně, zvyšuje (z 8,05 m/s na 8,36 m/s).

To znamená, že skok lze, podle Tittela (2003), rozdělit na dvě fáze: brzdění a zrychlování. S tímto tvrzením souhlasí i Segeťová (1985) se svou pasivní a aktivní fází odrazu. Ovládnutí obou těchto fází vyžaduje velkou sílu. Důležitou roli zde hraje i švihový pohyb paží a volné švihové končetiny, který je podstatný pro koordinaci pohybů v letové fázi a udržení polohy těla. Dосkok je poté zabezpečován mimořádně silnou flexí v kyčelním kloubu, jakož i břišním svalstvem.

Aby bylo tělo skokana připraveno na doskok, je třeba, aby měl skokan dostatečně posílené kyčelní flexory (m. iliopsoas, m. pectineus, m. rectus femoris) a břišní svalstvo. Břišní svaly velmi významným způsobem fixují žádoucí polohu těla během letové fáze a zároveň rotují pánev dozadu, míní Weineck (2008).

#### **4.5.      *Technika skoku dalekého***

Jako každá atletická disciplína má i skok daleký svou přesně danou techniku. Tuto disciplínu řadíme mezi technické a rychlostně-silové. To znamená, že zde uplatňujeme především rychlost, sílu a schopnost koordinovat pohyby v maximální rychlosti. Ve skoku dalekém jde o dosažení co největší vzdálenosti mezi odrazovou částí a místem doskoku v písku. Vlastní provedení skoků je vymezeno pravidly (Vindušková, 2003).

Skok daleký závisí mnohem víc na speciálních předpokladech a talentu než jiné atletické disciplíny. Toto tvrzení, podpořili nejen Weidner a Dickwach (1989), ale i výsledky různých studií, které ukazují, že technika skoku dalekého je mírně rozdílná u juniorských a elitních závodníků.

Kněnický a kol. (1977) podobně jako Weidner a Dickwach (1989), Langer a Luža (1995), Mackenzie (2001), Bolandathletics.com ([online]) člení skok daleký do čtyř fází: rozběh, odraz, letová fáze a doskok. Avšak Kněnický a kol. (1977) zdůrazňuje souvislosti mezi rozběhem a odrazem, neboť tyto fáze spolu technicky i funkčně úzce souvisí a je toho názoru, že rozběh společně s odrazem jsou vedoucími a určujícími složkami výkonu ve skoku dalekém. Tuto souvislost potvrzují i autoři Luhtanen & Komi (1979), Seyfarth (2000), Bridgettová, Gallowayová & Linthorne (2002), Chow & Hay (2005), Bridgettová & Linthorne (2006), Muraki, Ae, Koyama & Yokozawa (2008), když jsou toho názoru, že

rychlost rozběhu společně s technikou odrazu jsou nejdůležitější pro konečný výkon ve skoku do dálky, čímž kladou důraz na rychlost rozběhu a technické provedení odrazu. Fázi letovou a doskok označuje Kněnický a kol. (1977) jako složky následné, jež určují výkon druhotně. Podle Langer a Luži (1995) výkon ve skoku do dálky závisí na rychlosti a úhlu vzletu CT skokana, na účelnosti jeho pohybů v letové fázi a účinnosti doskoku.



Obrázek 16: Skok daleký (Riggins & Daniel, 2014)

#### **4.5.1. Fáze rozběhu**

Úkolem rozběhu je získat pokud možno největší rychlost pro provedení odrazu a skoku. Kněnický a kol. (1977) uvádí hodnoty délky rozběhu mezi 30 a 45 metry, což znamená 9 až 11 běžeckých dvojkroků. Langer a Luža (1995) uvádějí hodnoty o něco vyšší, a sice 11 až 12 běžeckých dvojkroků. Lees, Graham-Smith a Fowler (1994) označuje délku rozběhu pouze jako dostatečnou k tomu, aby atlet dosáhl hodnot horizontální rychlosti blízkých jeho maxima právě na odrazovém břevnu. Hay & Nohara (1989), Bruggemann & Susanka (1990), Lees, Fowler & Derby (2007) tvrdí, že v posledních dvou krocích. Pokusy o výraznější prodloužení rozběhu označili Weidner a Dickwach (1989) jako neúčelné, protože byly zaznamenány problémy s udržením rychlosti a dynamiky rozběhu. Předpokládá se, že při delším rozběhu je třeba více energie a tím pádem se snižuje účinnost skoku i skočená vzdálenost. Podle Langer a Luži (1995) délka rozběhu závisí na sprinterské vyspělosti, respektive na akcelerační schopnosti skokana. Mackenzie (2001) hovoří o závislosti na věku a rychlosti. Kněnický a kol. (1977) ještě dodává schopnost na rozběh napojit technicky a pohybově správný odraz. Rozběh by měl být dle Langer a Luži (1995) plynulý, stupňovaný a přesný a podle Mackenzieho (2001) a Bolandathletics.com ([online]) by měl disponovat i správným rytmem.

Autoři Kněnický a kol. (1977), Weidner & Dickwach (1989) a Langer & Luža (1995) dělí rozběh na tři fáze: výběhovou (počáteční), střední a závěrečnou. Každá trvá zhruba jednu třetinu samotného rozběhu. Výběhová fáze je zahájena výběhem od značky a je charakteristická šlapavým způsobem běhu a výrazným stupňováním rychlosti. Weidner a

Dickwach (1989) uvádí i charakteristický mírný předklon. Pro fázi střední je typický, dle Langer a Luži (1995), švihový způsob běhu s vysokým zvedáním kolen, vzpřímeným trupem, podsazenou pánví, dále snaha o aktivní pohyb bérců a nohou proti rozběžišti. Výrazné je i využití setrvačnosti a méně usilovný (uvolněný) běh (nikoli však pokles rychlosti). Závěrečná fáze je spojení rozběhu a odrazu. Rozběhová rychlost nabývá nejvyšších hodnot (pomocí zvyšování frekvence a zkrácení posledního kroku) právě na odrazovém břevně. Dalším rysem závěrečné fáze je přechod z cyklického, sprinterského, běhu do acyklického (předodrazového) běhu, kde dochází ke změně rytmu, což se děje v posledních čtyřech až šesti krocích, přičemž v posledních dvou až čtyřech krocích jsou patrné odchylky a dochází ke snižování těžiště v rámci přípravy na odraz (Weidner & Dickwach, 1989; Bolandathletics.com, [online]). Odchylky se týkají délky kroků. Předposlední krok je o něco delší než kroky v předcházejících metrech rozběhové fáze. Snižování těžiště přichází v oporové fázi posledního kroku, který je pro změnu kratší než ten předposlední. Rozdíl v délce posledního kroku (o 10 až 40 centimetrů kratší oproti předposlednímu) je způsoben hlavně aktivnějším dokrokem a jiným postavením odrazové nohy při odrazu než při normálním sprintu, jak se dozvídáme od Haye & Nohary (1987), Bruggemanna & Susanky (1990), Leese, Fowlera & Derbyho (2007). Příprava na odraz je předvedena na Obrázku 17. Na prostřední části obrázku si lze všimnout snížení CT na posledním kroku před odrazem.



Obrázek 17: Příprava na odraz u Larryho Myrickse, USA (Weidner & Dickwach, 1989)

#### **4.5.2. Fáze odrazová**

Odrazovou fází Langer s Lužou (1995) rozumí pohybový úsek od dokročení odrazové nohy na podložku až k dokončení jejího náponu. Úvodní část lze zaznamenat na Obrázku 18.



**Obrázek 18: Počátek odrazové fáze: došlap nohy na odrazové břevno (TeachPE.com, 2010)**

Úkolem odrazu je udělit tělu skokana stoupání pro první část letové fáze za předpokladu, že je optimálně využitá rozběhem získaná horizontální rychlost, jak tvrdí Kněnický a kol. (1977).

Langer a Luža (1995) míní, že již v předodrazové fázi se rozhoduje o úhlu vzletu skokana (ideální hodnoty  $17^\circ - 24^\circ$ ). Ideální hodnoty úhlu se u různých autorů liší, například Carr (1999) uvádí  $20$  až  $22^\circ$  (Obrázek 8 na s. 39), Weidner & Dickwach, (1989)  $21$  až  $24^\circ$ , Lees, Graham-Smith a Fowler (1994)  $21^\circ \pm 6^\circ$ , Linthorne & Guzman & Bridgettová (2005)  $21,5^\circ \pm 3,5^\circ$ , avšak střední hodnoty se pohybují u všech uvedených autorů od  $20,5$  do  $22,5^\circ$ .

V první části odrazu se uskutečňuje amortizace, při které je tlumeno zatížení vyplývající ze setrvačnosti těla (Seget'ová, 1985). Zároveň se připravují podmínky pro vlastní aktivní odrazovou činnost. V této části odrazu dochází k největším ztrátám horizontální rychlosti.

Další, aktivní, část odrazu je charakteristická přírůstkem vertikální složky rychlosti. Účinnost odrazu závisí na rychlosti provedení celého pohybového celku a na délce dráhy těžiště v průběhu odrazové, neboli oporové fáze. Kněnický a kol. (1977), Hay & Nohara (1989), Bruggemann & Susanka (1990), Lees, Fowler & Derby (2007), Mackenzie (2001) i

Bolandathletics.com ([online]) říká, že odrazová noha došlapuje na celé chodidlo a je nepatrně předsunuta před těžiště, zároveň je při došlapu měkce natažen kolenní kloub a po dokroku se krčí. Konečný zdvih je zapříčiněn napínáním kloubu kyčelního, kolenního i hlezenního. Výsledek odrazu nevyplyvá pouze z činnosti odrazové nohy, ale také doprovodné činnosti volných částí těla (obě paže, švihová noha), míní Hay & Nohara (1989), Weidner & Dickwach (1989), Bruggemann & Susanka (1990), Lees, Fowler & Derby (2007). Hlavní vliv pramení od švihové nohy, jež při odrazu švihá ostrým kolenem vpřed a bérce je složen pod stehno a dostává se do téměř rovnoběžné polohy se zemí v momentě, kdy odrazová noha dokončuje svou extenzi, říká Bolandathletics.com ([online]) a Weidner & Dickwach (1989).

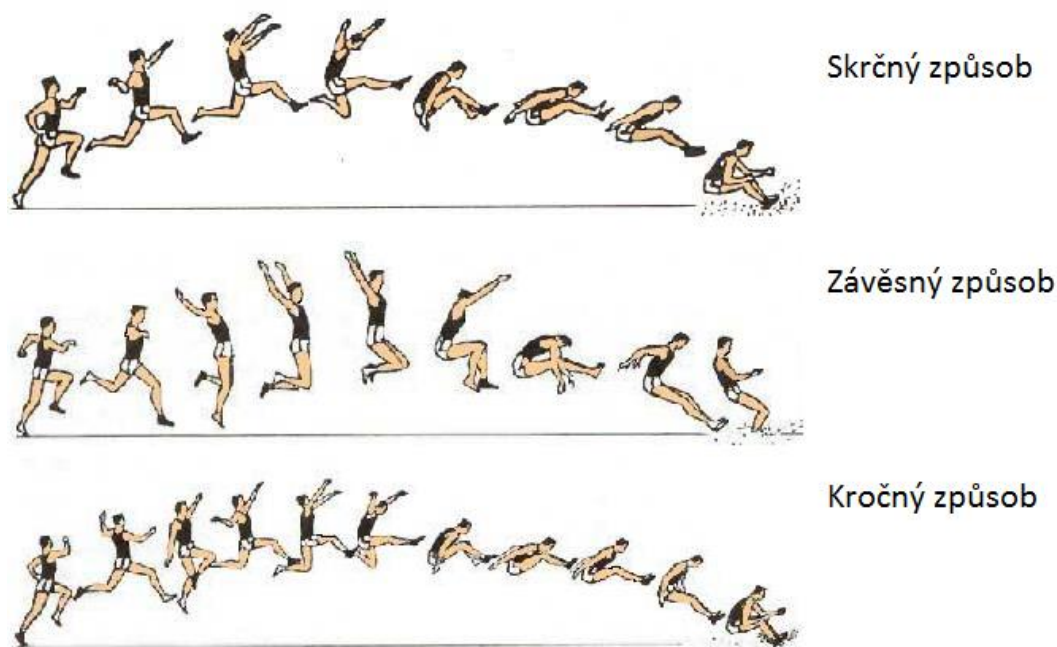
Odraz ukončuje dálkařský luk, který je podobný běžeckému luku, ale těžiště je výš a rozsah pohybu dolních končetin je větší. Hlava a trup zachovávají sprinterskou polohu i při samotném odrazu. Poloha hlavy vůči trupu se nemění. Práce paží je shodná s prací dolních končetin, rozsah je oproti sprintu větší a dlaň je při dokončování odrazu ve výšce obličeje. Paže na straně švihové nohy je ohnuta v lokti zhruba v pravém úhlu a švihá upažením vzhůru. V okamžiku dokončování odrazu je celá paže v téměř vodorovné poloze ve výši ramene (Kněnický a kol., 1977).

#### **4.5.3. Letová fáze a fáze doskoku**

Účelem letové fáze je uchovat hodnoty, které byly získány rozběhem a odrazem, tvrdí Kněnický a kol. (1977). Weidner & Dickwach (1989) a Langer & Luža (1995) také dodávají, že cílem je vykompenzovat rotace založené při odrazu a udržovat rovnovážnou polohu všech segmentů kolem těžiště. Tyto rotace mohou být korigovány, podle Mackenzieho (2001), pohyby dolních končetin při různých technikách letové fáze (skrčna, závěsná a kročná), přičemž Mackenzie (2001) jmenuje konkrétně techniku kročnou.

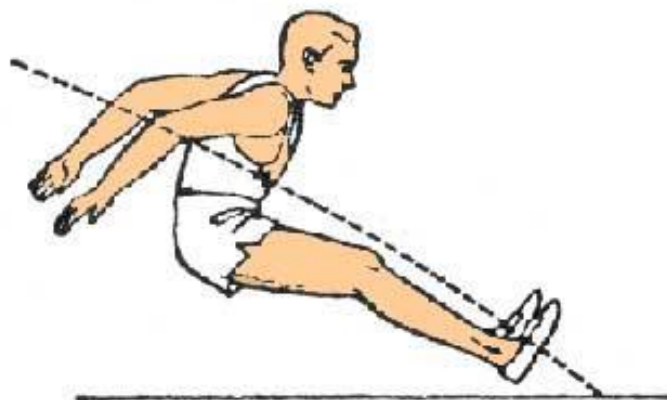
Hay (1986) označuje dosaženou vzdálenost ve skoku dalekém jako výrazně určenou délkou letu během letové fáze, avšak ta je určována výškou, rychlostí a úhlem odrazu CT, které jsou rozhodnuty již při fázi odrazové. Skokan, který tedy opustil oporu, již nemůže měnit dráhu těžiště těla, avšak je schopen přeskupovat vzájemné polohy segmentů těla vzhledem k těžišti, a tím ovlivnit délku závěrečného přednožení a tedy i délku samotného skoku. Skokan tedy dělá, dle Kněnického a kol. (1977), takové pohyby, aby vytvořil výhodnou polohu pro doskok.

U letové fáze rozeznáváme tři způsoby, které zaznamenává Obrázek 19: skrčný, závěsný a kročný. Skrčný způsob se považuje za nejjednodušší. Kněnický a kol. (1977) uvádí, že díky malému rozsahu pohybu, zejména dolních končetin, je velmi vhodný pro kratší skoky a slouží také jako přechodný stupeň pro nácvik složitějších způsobů. Technika skoku závěsným způsobem tvoří ideální podmínky pro přednožení u doskoku, jak tvrdí Langer s Lužou (1995). U kročného způsobu skokan plynule pokračuje v běžeckých pohybech nohou a společně s prací paží se snaží udržovat rovnováhu a připravuje předpoklad pro kvalitní doskok.



**Obrázek 19: Způsoby letové fáze (Upraveno podle Mackenzieho, 2001)**

Langer a Luža (1995) jsou toho názoru, že správně zvládnutým doskokem může skokan zvětšit svůj výkon až o 30 centimetrů. Lze toho docílit aktivním přednožením dolních končetin, předklonem trupu a zapažením horních končetin.



**Obrázek 20: Fáze doskoku (Mackenzie, 2001)**

Účinnost doskoku je hodnocena podle schopnosti využít dostupnou rychlost CT správným směrem v konci letové fáze. Cílem je dosáhnout nízké polohy u CT a umístit chodidla přesně před něj, čehož lze docílit, dle Weidnera a Dickwacha (1989), velkým předklonem trupu (až téměř na stehna) ve chvíli, kdy se chodidla noří do písku. Pomoci mohou i paže, když budou v momentu doskoku co nejnižší, aby dole udržely i celkové těžiště. Obrázek 20 ukazuje ideální pozici doskoku, dle Mackenzieho (2001), kde se atlet snaží dostat chodidla stále co nejdále od odrazového břevna. Přerušovaná čára na Obrázku 20 reprezentuje trajektorii CT. Nohy musí dopadnout do doskočiště před danou trajektorií, což skokanovi zajistí, aby po doskoku neupadl vzad.

Velké množství závodníků předvádí doskok vychýlený do strany. Weidner a Dickwach (1989) shrnuli výsledky studií názorem, že v tomto ohledu žádná studie není pro ani proti této skutečnosti na doskoku. Ale Weidner & Dickwach (1989) ještě dodávají, že vychýlení doskoku do strany vede k příznivému snížení výšky CT.

## 5. ZÁVĚRY

Svou práci jsem pojala jako literární rešerši problematiky speciální kineziologie skoku dalekého v atletice, což jsem si kladla za cíl. V následující části závěru se snažím formulovat odpovědi na výzkumné otázky, které jsem si, v rámci plnění úkolů práce, stanovila.

Hned zpočátku, kdy jsem se zaměřovala na obecnou kineziologii, jsem se snažila na tento obor pohlížet z hlediska sportu, avšak její ukotvení ve fyzioterapii a rehabilitaci nelze opominout. Stejná situace nastává i v případě odborné literatury. Většina autorů se shodovala ve všeobecné definici vědního oboru kineziologie, ale lišilo se již jejich zaměření, či využití. Z uvedených autorů Lánik (1990), Véle (2006) a Neumann (2010) nahlíží na kineziologii z hlediska rehabilitace a medicíny a příliš neberou v úvahu její propojení se sportem. Kdežto Bernaciková, Kalichová a Beránková (2010) a Hamiltonová, Weimarová a Luttgensová (2012) aplikují účel kineziologie přímo do sportu. Bernaciková, Kalichová a Beránková (2010) dokonce uvádí pojem sportovní kineziologie, která si tedy podle nich všímá, jaké konkrétní svaly jsou zapojovány při pohybech jednotlivých sportů. Já osobně vidím kineziologii jako vědu, jež by mohla propojit částečně i moderní metody fyzioterapie s biomechanikou a tyto poznatky následně přenést do sportovní praxe, aby se zamezovalo přetěžování a zraněním. Vliv fyzioterapie a rehabilitace je, podle mne, nesporný.

Kineziologické hodnocení pohybu řeší mnohem více zahraniční autoři. Mohu jmenovat mnou vybrané autory: Tittel (2003), Mackenzie (2007), Weineck (2008), Müller, Ritzdorf & Thompson (2009), Dixon, Nwabude, Lujares, Ekhaton a Rodriguezová ([online]). Tuzemští odborníci (Segeťová, 1985; Bernaciková, Kalichová a Beránková, 2010) se nezabývají kineziologií pohybu v takovém rozsahu. Kineziologie přímo v souvislosti se skokem dalekým se vyskytuje v drtivé většině u zahraničních autorů (Tittel, 2003; Weineck, 2008; Dixon, Nwabude, Lujares, Ekhaton a Rodriguezová, [online]). Své názory na tuto problematiku předkládají opět většinou zahraniční autoři (Tittel, 2003; Mackenzie 2007; Weineck 2008; Dixon, Nwabude, Lujares, Ekhaton a Rodriguezová [online]), tuzemští se touto problematikou zabývají pouze okrajově (například Segeťová, 1985). Kolektiv autorů Dixon, Nwabude, Lujares, Ekhaton a Rodriguezová ([online]) řeší celý skok daleký, což znamená všechny čtyři fáze. Kdežto Segeťová (1985) se také zabývá i



během, ale ve svém kineziologickém rozboru skoku dalekého se zaměřila pouze na odrazovou fázi. Tak se podobně i Tittel (2003) a Weineck (2008) soustředí na fázi odrazovou. Segeťová (1985) a Weineck (2008) se shodují, když přirovnávají odraz skokana do dálky s jakýmkoli odrazem při běhu, respektive tvrdí, že se zapojují stejné svalové skupiny jako u běhu sprintera. Tittel (2003) dává skok daleký do kontextu s ostatními skokanskými disciplínami a podobnost zdůrazňuje na tvrzení, že všechny začínají cyklickým pohybem, který se mění v pohyb acyklický (ve skoku dalekém odraz, letová fáze a doskok). Liší se pouze rozmanitostí letové fáze.

Výzkumná otázka týkající se techniky skoku dalekého je víceméně součástí textu. Jednotlivé rozdíly byly velmi málo patrné. U některých autorů se lišily pouze konkrétní hodnoty (například počet běžeckých kroků u rozběhové fáze nebo úhel odrazu), přičemž i tyto rozdíly nebyly příliš markantní. Shrnuje bych tedy, že názory autorů tuzemských a zahraničních se od sebe nikterak výrazně neliší.

Prostudování problematiky speciální kineziologie skoku dalekého v atletice, čímž jsem splnila cíle této bakalářské práce, a následné vytvoření literární rešerše vybrané odborné literatury jsem brala jako velkou výzvu.

Začala jsem s obecnými pojmy a definicemi, ale jakmile jsem pronikala hlouběji do této problematiky, začala jsem se potýkat, podobně jako autorka Sachová (2014) s nedostatkem odborné literatury, jež by adekvátně řešila zvolené téma. Proto jsem se zaměřila na tři hlediska (obecná kineziologie, anatomie pohybového systému a biomechanika), která dle mého názoru, společně vyústila v pochopení speciální kineziologie skoku dalekého v atletice. Má domněnka se, dle mého názoru, potvrdila. Speciální kineziologii, jež má základ v obecné kineziologii, nelze plně porozumět při neznalosti svalového ústrojí, které pohyb vykonává a ani pokud nevíme, jak daný pohyb „funguje“. Se svalovým aparátem jsem se seznámila během studia anatomie pohybového systému a biomechanika vybrané atletické disciplíny objasnila daný pohyb. Našla jsem i mimořádnou podobnost mezi kineziologií a biomechanikou, a sice že se oba vědní obory snaží svými analýzami poznat daný pohyb do hloubky a zabránit tím například přetěžování, které může vyústit ve zranění. Tato souvislost mě velmi překvapila.

Mnoho skutečností mě při pročítání odborných článků a knih zaujalo, jiné pro mne nebyly až takové překvapení. Avšak velmi mě obohatila myšlenka propojení teorie a praxe.

V práci vidím obrovský přínos jako studentka tělesné výchovy a sportu, začínající trenérka, závodnice ve skoku do dálky a možná i budoucí fyzioterapeutka.

Rozhodně vidím další možnosti studia nebo výzkumu, podobně jako Sachová (2014), ve využití EMG nejen u skoku dalekého, ale u všech atletických disciplín. Tato oblast, ač je velmi finančně náročná, by mohla atletické výkony cestou fair-play přenést na jinou dimenzi.

## 6. Seznam použité literatury

- 1) ATHLETICS OMNIBUS: Long Jump. *Boland Athletics* [online]. [cit. 2016-08-10]. Dostupné z: <http://bolandathletics.com/sitefiles/wp-content/uploads/2015/11/5-6-Long-Jump1.pdf>
- 2) BAECHLE, Thomas R. a Roger W. EARLE. *Essentials of strength training and conditioning*. 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, c2008.
- 3) BARTLETT, Roger. *Introduction to sports biomechanics: analysing human movement patterns*. Milton Park, Abingdon, Oxon: Routledge, 2007. ISBN 978-0-415-33993-3.
- 4) BERNACIKOVÁ, Martina. Kineziologie. RVS. [online]. 2013. [cit. 2015-12-29]. Dostupné z: <http://www.fsps.muni.cz/inovace-RVS/kurzy/kineziologie/>
- 5) BERNACIKOVÁ, Martina, Miriam KALICHOVÁ a Lenka BERÁNKOVÁ. Teorie sportovní kineziologie. *Základy sportovní kineziologie* [online]. Brno: Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity, 2010 [cit. 2016-08-13]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/index.html>
- 6) BIOMECHANICS. *Coach.org* [online]. [cit. 2016-08-01]. Dostupné z: <http://www.coachr.org/biomechanics.htm>
- 7) BOUCHOURAS, Georgios, Dimitra MOSCHA, Georgios PAPAIKOVOU, Thomas NIKODELIS a Iraklis KOLLIAS. Angular momentum and landing efficiency in the long jump. *European Journal of Sport Science*. 2009, 9(1), pp. 53-59. DOI: 10.1080/17461390802594243. ISSN 1746-1391. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17461390802594243>
- 8) BRIDGETT, Lisa A. a Nicholas P. LINTHORNE. Changes in long jump take-off technique with increasing run-up speed. *Journal of Sports Sciences* [online]. 2006, 24(8), pp. 889-897 [cit. 2016-07-28]. DOI: 10.1080/02640410500298040. ISSN 02640414. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02640410500298040>.
- 9) BRIDGETT, Lisa A., Margy GALLOWAY a Nicholas P. LINTHORNE. The effect of run up speed on long jump performance. In: *Scientific Proceedings of the XXth International Symposium on Biomechanics in Sports*. Universidad de Extremadura, 2002, pp. 80-83. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/251724533\\_THE\\_EFFECT\\_OF\\_RUNUP\\_SPEED\\_ON\\_LONG\\_JUMP\\_PERFORMANCE](https://www.researchgate.net/publication/251724533_THE_EFFECT_OF_RUNUP_SPEED_ON_LONG_JUMP_PERFORMANCE)
- 10) British Association of Sport and Exercise Sciences, The: About Biomechanics. In: *BASES* [online]. [cit. 2016-07-25]. Dostupné z: <http://www.bases.org.uk/biomechanics>

- 11) BRUGGEMANN a Petr SUSANKA. Scientific Report on the Second IAAF World Championships in Athletics, Rome 1987: *The Long jump*. London: International Athletic Foundation, 1987, pp. 1-54. [cit. 2016-08-10]
- 12) CALAIS-GERMAIN, Blandine. *Anatomy of movement*. English language ed., Rev. ed. Seattle: Eastland Press, c2007. ISBN 978-0-939-61657-2.
- 13) CARR, Gerald Anthony. *Fundamentals of track and field: Long Jump Mechanics*. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics, c1999. ISBN 0736000089.
- 14) CHOW, John W. a James G. HAY. Computer Simulation of the Last Support Phase of the Long Jump. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. 2005, 37(1), pp. 115-123 [cit. 2016-07-28]. DOI: 10.1249/01.MSS.0000150086.13664.32. ISSN 01959131. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00005768-200501000-00019>
- 15) ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. 2., upr. a dopl. vyd. Ilustrace Milan Med. Praha: Grada, 2001. ISBN 80-7169-970-5.
- 16) DOSKOČIL, Milan. *Systematická, topografická a klinická anatomie: pohybový aparát končetin*. Praha: Univerzita Karlova - Vydavatelství Karolinum, 1995. ISBN 80-7184-110-2.
- 17) DOUBKOVÁ, Alena a Rudolf LINC. *Anatomie pro bakalářský studijní program Fyzioterapie*. Praha: Karolinum, 2012. ISBN 80-246-1302-6.
- 18) DIXON, Daitylee, Dennis NWABUDE, Marc LUJARES, Sike EKHATOR a Yajaira RODRIGUEZ. Kinesiology Analysis of a Long Jump. In: *PowerShow.com* [online]. [cit. 2016-06-09]. Dostupné z: [http://www.powershow.com/view/d372-NWZkO/Kinesiology\\_Analysis\\_of\\_a\\_Long\\_Jump\\_powerpoint\\_ppt\\_presentation](http://www.powershow.com/view/d372-NWZkO/Kinesiology_Analysis_of_a_Long_Jump_powerpoint_ppt_presentation)
- 19) DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3240-4.
- 20) DYLEVSKÝ, Ivan. *Obscná kineziologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. 190 s. ISBN 978-80-247-1649-7.
- 21) DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-1648-0.
- 22) DYLEVSKÝ, Ivan a Petr JEŽEK. *Základy kineziologie* [online]. Praha [cit. 2016-06-07]. Dostupné z: <http://vos.palestra.cz/skripta/kineziologie/uvod.htm>
- 23) ELIŠKOVÁ, Miloslava a Ondřej NAŇKA. *Přehled anatomie*. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1216-X.
- 24) FLEISCHMANN, Jaroslav a Rudolf LINC. *Anatomie člověka I*. 5. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1987.

- 25) KNĚNICKÝ, Karel a kol. *Technika lehkootletických disciplín: učebnice pro vysoké školy*. 3. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1977. Učebnice pro vysoké školy (Státní pedagogické nakladatelství).
- 26) HAMILL, Joseph a Kathleen KNUTZEN. *Biomechanical basis of human movement*. 3<sup>rd</sup> ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams and Wilkins, c2009. ISBN 978-1-4511-0901-6.
- 27) HAMILTON, Nancy, Wendi WEIMAR a Kathryn LUTTGENS. *Kinesiology: scientific basis of human motion*. 12th ed. New York, N.Y.: McGraw-Hill, 2012. 622 p. ISBN 978-0-07-108643-1.
- 28) HATZE, Herbert. The meaning of the term 'biomechanics'. *Journal of Biomechanics*. Elsevier, 1974, pp. 189-190. ISSN 0021-9290.
- 29) HAY, James G. Biomechanics of Long Jump, The. *Exercise & Sport Sciences Reviews* [online]. 1986, 14(1), pp. 401-446 [cit. 2016-08-09]. Dostupné z: [http://journals.lww.com/acsm-essr/Citation/1986/00140/14\\_The\\_Biomechanics\\_of\\_the\\_Long\\_Jump\\_.17.aspx](http://journals.lww.com/acsm-essr/Citation/1986/00140/14_The_Biomechanics_of_the_Long_Jump_.17.aspx)
- 30) HAY, James G. Long Jump [Track and Field]. In: *The biomechanics of sports techniques*. 4th ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, c1993, pp. 424-433. ISBN 0130845345.
- 31) HAY, James G. a Hiroshi NOHARA. Techniques used by elite long jumpers in preparation for takeoff. *Journal of Biomechanics* [online]. 1989, 22(10), 1020- [cit. 2016-08-11]. DOI: 10.1016/0021-9290(89)90269-8. ISSN 00219290. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0021929089902698>
- 32) HAY, James G. a J. Gavin. REID. *The anatomical and mechanical bases of human motion*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, c1982. ISBN 0130351393.
- 33) HOFFMAN, Shirl J (ed.). *Introduction to kinesiology: studying physical activity*. 3rd ed. Champaign, Ill.: Human Kinetics, 2009, xvii, 550 p. ISBN 978-0-7360-7613-5.
- 34) JAITNER, Thomas, Luis MENDOZA a Wolfgang SCHÖLLHORN. Analysis of the long jump technique in the transition from approach to takeoff based on time-continuous kinematic data. *European Journal of Sport Science* [online]. 2001, 1(5), pp. 1-12 [cit. 2016-08-09]. DOI: 10.1080/17461390100071506. ISSN 17461391. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17461390100071506>
- 35) JANDAČKA, Daniel. *Biomechanical Basis of Physical Exercises*. Luleč, 2012. ISBN 978-80-905054-2-1.
- 36) KAMMAN, Aliza. *Long jump, The* [online]. New York: Ithaca College, 2012 [cit. 2016-08-01]. Dostupné z: <https://sites.google.com/site/thelongjumpproject/the-science-of-long-jumping>

- 37) Kineziologie hrudníku a břicha: Svaly břišní stěny. *Patobiomechanika a Patokinesiologie: KOMPENDIUM* [online]. [cit. 2016-07-23]. Dostupné z: [http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpk/kompendum/kineziologie/special\\_hrudnik\\_brisnis\\_v.php](http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpk/kompendum/kineziologie/special_hrudnik_brisnis_v.php)
- 38) LANGER, František a Jiří LUŽA. *Technika atletických disciplín*. Brno: Masarykova univerzita, 1995. ISBN 80-210-1127-0.
- 39) LÁNIK, Vladimír. *Kineziológia: učebnica pre stredné zdravotnícke školy, študijný odbor rehabilitačný pracovník*. 1. vyd. Martin: Osveta, 1990. 242 s. Učebnice pre stredné zdravotnícke školy. ISBN 80-217-0136-6.
- 40) LARKINS, Clifford. *The Takeoff Drill for the Long Jump* [online]. , 3415-3419 [cit. 2016-08-09]. Dostupné z: [https://www.trackandfieldnews.com/technique/107-Clifford\\_Larkins.pdf](https://www.trackandfieldnews.com/technique/107-Clifford_Larkins.pdf)
- 41) LEES, Adrian, Philip GRAHAM-SMITH & Neil FOWLER. A Biomechanical Analysis of the Last Stride, Touchdown, and Takeoff Characteristics of the Men's Long Jump. *Journal of Applied Biomechanics* [online]. 1994, 10(1), pp. 61-78 [cit. 2016-08-10]. DOI: 10.1123/jab.10.1.61. ISSN 10658483. Dostupné z: <http://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/jab.10.1.61>
- 42) LEES, Adrian, Neil FOWLER & Danny DERBY. A Biomechanical Analysis of the Last Stride, Touchdown, and Takeoff Characteristics of the Women's Long Jump. *Journal of Sports Sciences* [online]. 2007, 11 (4), pp. 303-314 [cit. 2016-08-11]. ISSN 02640414. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02640419308730000>
- 43) LINC, Rudolf a Alena DOUBKOVÁ. *Anatomie hybnosti I*. Praha: Karolinum, 1998. ISBN 80-7184-609-0.
- 44) LINTHORNE, Nicholas. Biomechanics of Long Jump. HONG, Youlian a Roger BARTLETT. *Routledge handbook of biomechanics and human movement science*. New York, 2008, pp. 340-353.
- 45) LINTHORNE, Nicholas P, Maurice S GUZMAN a Lisa A BRIDGETT. Optimum take-off angle in the long jump. *Journal of Sports Sciences* [online]. 2005, 23(7), pp. 703-712 [cit. 2016-08-10]. DOI: 10.1080/02640410400022011. ISSN 02640414. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02640410400022011>
- 46) Long Jump, The: Long Jump Technique Explained. In: *TeachPE.com* [online]. 2010 [cit. 2016-07-28]. Dostupné z: [http://teachpe.com/track\\_and\\_field/long\\_jump/long\\_jump\\_technique.php](http://teachpe.com/track_and_field/long_jump/long_jump_technique.php)
- 47) LUHTANEN, Pekka a Paavo V. KOMI. Mechanical power and segmental contribution to force impulses in long jump take-off. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1979, 41(4), pp. 267-274. DOI: 10.1007/BF00429743. ISSN 0301-5548. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/BF00429743>

- 48) MCGINNIS, Peter. Merton. *Biomechanics of sport and exercise*. 2nd ed. Champaign, Ill.: Human Kinetics, c2005. ISBN 0-7360-5101-5.
- 49) MCQUILKIN, Tex. Concentric, eccentric and isometric muscle action. In: *Power Athlete* [online]. 2014 [cit. 2016-07-24]. Dostupné z: <http://powerathlethq.com/2014/05/18/muscle-action/>
- 50) Mechanika I.: Newtonovy zákony. *Základní kurz fyziky pro distanční studium MFF UK* [online]. MFF UK, 2008 [cit. 2016-08-01]. Dostupné z: [http://physics.mff.cuni.cz/kfpp/skripta/kurz\\_fyziky\\_pro\\_DS/display.php/mechanika/2\\_1](http://physics.mff.cuni.cz/kfpp/skripta/kurz_fyziky_pro_DS/display.php/mechanika/2_1)
- 51) MERKUNOVÁ, Alena a Miroslav OREL. *Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory*. Praha: Grada, 2008. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-1521-6.
- 52) MACKENZIE, B. *Biomechanics* [WWW]. 2004. [cit. 2016-06-19]. Dostupné z: <http://www.brianmac.co.uk/biomechanics.htm>.
- 53) MACKENZIE, B. *Long Jump* [WWW] 2001. [cit. 2016-08-01] Dostupné z: <http://www.brianmac.co.uk/longjump/index.htm>
- 54) MACKENZIE, B. *Movement Analysis* [online]. 2007. [cit. 2016-06-10]. Dostupné z: <http://www.brianmac.co.uk/moveanal.htm>.
- 55) MĚKOTA, Karel. *Kapitoly z antropomotoriky*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1983.
- 56) MURAKI, Yuya, Michiyoshi AE, Hiroyuki KOYAMA a Toshiharu YOKOZAWA. Joint Torque and Power of the Takeoff Leg in the Long Jump. *International Journal of Sport and Health Science* [online]. 2008, **6**, pp. 21-32 [cit. 2016-07-28]. DOI: 10.5432/ijshs.6.21. ISSN 18804012. Dostupné z: <http://joi.jlc.jst.go.jp/JST.JSTAGE/ijshs/6.21?from=CrossRef>
- 57) MÜLLER, Harald, Wolfgang RITZDORF a Peter THOMPSON. *Run! Jump! Throw!.* IAAF, 2009.
- 58) NEUMANN, Donald A. *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for rehabilitation*. 2nd ed. St. Louis, Mo.: Mosby/Elsevier, c2010.
- 59) NORMANI, Franco. Physics od Jumping. In: *Real World of Physics Problems* [online]. [cit. 2016-08-01]. Dostupné z: <http://www.real-world-physics-problems.com/physics-of-jumping.html>
- 60) Pohybový systém, jeho struktura a chování. *Patobiomechanika a Patokinesiologie: KOMPENDIUM*. [online]. [cit. 2016-03-26]. Dostupné z: <http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpk/kompendum/biomechanika/pohyb.php>
- 61) RIGGINS, Madison a Shelby DANIEL. The Biomechanics of the Long Jump. In: *Prezi.com* [online]. 2014 [cit. 2016-07-26]. Dostupné z: <https://prezi.com/cxytxhhlldf/the-biomechanics-of-the-long-jump/>

- 62) SACHOVÁ, Zuzana. *Kineziologický náhled na hodnocení hladkého a překážkového běhu v atletice*. Praha, 2014. Bakalářská práce. UK FTVS. Vedoucí práce PhDr. Aleš Kaplan, Ph.D.
- 63) SEGEŤOVÁ, Jarmila. *Atletika pro posluchače studující rehabilitaci na FTVS [fakulta tělesné výchovy a sportu]*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1985.
- 64) SEYFARTH, Andre. *ELASTISCH ARBEITENDE BEINE: STRATEGIEN UND BAUPRINZIPIEN*. Jena, 2000. Disertační práce. Friedrich Schiller Universität Jena.
- 65) SCHMALFELD, Joe G. Introduction to the Biomechanics of Sport & Exercise. In: *New Mexico Highlands University: Dr. Joe's Webpage* [online]. 2013 [cit. 2016-07-26]. Dostupné z: <http://www.jschmal.com/nmhu/472/472mt.pdf>
- 66) THOMPSON, Peter J. *Introduction to coaching: The official IAAF guide to coaching athletics*. Monaco: International Association of Athletics Federations, 2009.
- 67) TITTEL, Kurt. *Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen*. 14., völlig überarb. und erw. Aufl. München [u.a.]: Urban, 2003. ISBN 978-343-7461-514.
- 68) TLAPÁKOVÁ, Eva. Dynamika: Newtonovy pohybové zákony. In: *Biomechanika* [online]. 2010 [cit. 2016-08-01]. Dostupné z: <http://biomechanika.benesov.org/download/5dynamika.pdf>
- 69) TROJAN, Stanislav. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. 3., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-1296-2.
- 70) *Velký lékařský slovník* [online]. 2016 [cit. 2016-08-10]. Dostupné z: <http://lekarske.slovníky.cz/>
- 71) VÉLE, František. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Vyd. 1. Praha: Grada, 1997. ISBN 80-7169-256-5.
- 72) VÉLE, František. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Vyd. 2., (V Tritonu 1.). Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.
- 73) VINDUŠKOVÁ, Jitka. *Abeceda atletického trenéra*. 1. vyd. Praha: Olympia, 2003. Atletika. ISBN 80-7033-770-2.
- 74) WEINDER, Heinz a Harmut DICKWACH. Characteristics of the Long Jump Technique. *Der Leichtathlet*. [online] 1989. (27). Dostupné z: <https://www.scribd.com/document/113018658/Characteristics-of-the-Long-Jump-Heinz-Weidner-Harmut-Dickwach>
- 75) WEINECK, Jürgen. *Sportanatomie*. 18., überarb. und erw. Aufl. Balingen: Spitta-Verl, 2008. ISBN 978-393-8509-241.



- 76) WOOD, Robert. Sport Biomechanics and Kinesiology. *Topend Sports* [online]. 2010 [cit. 2016-07-24]. Dostupné z: <http://www.topendsports.com/biomechanics/>
- 77) Základní roviny těla. *Elektronické učebnice* [online]. Olomoucký kraj, 2014 [cit. 2016-08-09]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/175>

## PŘÍLOHOVÁ ČÁST

### SEZNAM PŘÍLOHOVÉ ČÁSTI

Obrázek 1: Roviny a směry lidského těla (ELUC, [online]) .....	16
Obrázek 2: Znázornění typů svalových kontrakcí (Upraveno podle Power Athlete [online], 2014) .....	18
Obrázek 3: Schéma motorické jednotky 1 - buňky předních rohů míšních, 2 - motorický neuron, 3 - motorická jednotka (Trojan, 2005) .....	20
Obrázek 4: Příklad rovnoměrně zrychleného pohybu demonstrováný na projektilu (Kammanová, [online]) .....	35
Obrázek 5: Schéma skoku dalekého (Normani, [online]) .....	36
Obrázek 6: Přejít z rozběhu na odraz (Kammanová, [online]) .....	38
Obrázek 7: Tři části, na které se dělí celková skočená vzdálenost (Upraveno podle Larkinse, [online]) .....	38
Obrázek 8: Ideální úhel odrazu podle Carra (1999) .....	39
Obrázek 9: Aplikace 3. Newtonova zákona při rozběhové a letové fázi (Coach.org, [online]) .....	41
Obrázek 10: Zobrazení běžeckého kroku (Upraveno podle Müllera, Ritzdorfa & Thompsona, 2009) .....	42
Obrázek 11: Oporová fáze běhu (Upraveno podle Müllera, Ritzdorfa & Thompsona, 2009) .....	44
Obrázek 12: Letová fáze běhu (Müller, Ritzdorf & Thompson, 2009) .....	45
Obrázek 13: Zjednodušený skok z místa a při něm zapojené svaly (Mackenzie, 2007) .....	46
Obrázek 14: Odraz a amortizace (Upraveno podle Human Kinetics, 2008) .....	47
Obrázek 15: Okamžik odrazu (Upraveno podle Titella, 2003) .....	48
Obrázek 16: Skok daleký (Riggins & Daniel, 2014) .....	50
Obrázek 17: Příprava na odraz u Larryho Myrickse, USA (Weidner & Dickwach, 1989) .....	51
Obrázek 18: Počátek odrazové fáze: došlap nohy na odrazové břevno (TeachPE.com, 2010) .....	52
Obrázek 19: Způsoby letové fáze (Upraveno podle Mackenzieho, 2001) .....	54
Obrázek 20: Fáze doskoku (Mackenzie, 2001) .....	55